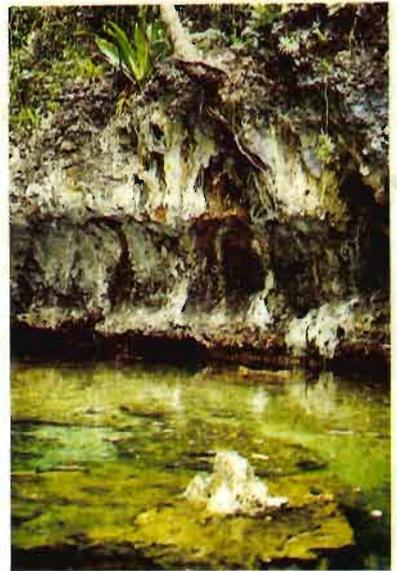


RECIFS FRANGEANTS DE NOUVELLE-CALÉDONIE
(PACIFIQUE SUD-OUEST)
STRUCTURE INTERNE ET INFLUENCES DE L'EUSTATISME ET DE LA
NEOTECTONIQUE

Guy CABIOCH

Laboratoire de Stratigraphie et de Paléocéologie,
Unité Associée C.N.R.S. 1208

UNIVERSITE DE PROVENCE



publié avec le concours de :

ORSTOM
Institut français de Recherche scientifique
pour le développement en Coopération

Unité de Recherche 106 (ORSTOM-Nouméa)

1988

Publications
UNIVERSITE DE PROVENCE
29, av. Robert Schuman, 13621 Aix en Provence Cédex 1

**RECIFS FRANGEANTS DE NOUVELLE-CALEDONIE
(PACIFIQUE SUD-OUEST)
(STRUCTURE INTERNE ET INFLUENCES DE L'EUSTATISME ET DE LA
NEOTECTONIQUE)**

par

Guy CABIOCH

**Laboratoire de Stratigraphie et de Paléocéologie
Unité associée C.N.R.S. 1208
UNIVERSITE DE PROVENCE**

publié avec le concours de :

ORSTOM

**Institut français de Recherche scientifique
pour le Développement en Coopération**

Unité de Recherche 106 (ORSTOM-Nouméa)

1988

Publications

**UNIVERSITE DE PROVENCE
29, av. Robert Schuman, 13621 Aix en Provence Cédex 1**

REMERCIEMENTS

Ce travail réalisé dans le cadre d'une convention entre le laboratoire de Stratigraphie et de Paléocéologie (Université de Provence) et l'U.R. 106 de l'ORSTOM a fait l'objet d'une thèse de Doctorat à l'Université de Provence. Je remercie les membres du jury qui ont jugé ce travail :

M. le professeur J. Philip m'a accueilli dans son laboratoire et a dirigé ma thèse. Ses connaissances sur les carbonates et les nombreux conseils et discussions qu'il m'a prodigués ont permis de mener à bien ce travail.

M. R. Anglada m'a initié à l'étude de la micropaléontologie et m'a confié le matériel d'études. Sa disponibilité sans faille a permis la bonne réalisation de ce mémoire. De nombreux points n'auraient pu être résolus sans ses conseils au cours de nos discussions et sa patience au cours de la rédaction de ce mémoire.

M. le professeur J.J. Blanc m'a réservé un accueil chaleureux dans son laboratoire et son expérience dans les analyses statistiques a été précieuse pour résoudre les problèmes relatifs aux récifs coralliens.

M. J. Récy, l'instigateur de cette recherche dont il fut l'un des précurseurs m'a accueilli au sein de l'U.R. 106 à Nouméa et a mis à ma disposition les services dont disposait l'ORSTOM.

M. L.F. Montaggioni a toujours été attentif à ce travail malgré son éloignement à la Réunion. Sa disponibilité pour résoudre les problèmes et m'initier à la géologie récifale a permis de mener à bien cette étude dont il a corrigé le mémoire me faisant profiter de ses judicieux conseils.

M. B.A. Thomassin a toujours su me faire partager son enthousiasme pour les récifs coralliens et a mis à ma disposition sa très riche bibliothèque "récifale". Nos nombreuses discussions sur les récifs néocalédoniens qu'il connaît bien et ses déterminations de mollusques ont grandement fait avancer ce travail.

A Nouméa, M. J. Lecolle a mis à ma disposition le matériel d'études dont il disposait et m'a fait profiter de son expérience sur les récifs coralliens néocalédoniens tant sur le terrain qu'en laboratoire. Je remercie également M. J. Fages qui m'a accueilli au centre de Nouméa ainsi que M. J. Dupont qui a guidé mes premiers pas de VAT au sein de l'équipe Géologie/Géophysique de Nouméa dont les membres m'ont fait bénéficier de leur soutien et de leur aide.

Mes remerciements s'expriment également aux spécialistes suivants : M. le professeur G. Faure pour la détermination des coraux ; M. J.P. Debenay pour celle de certaines sections de foraminifères ; MM. J.F. Babinot, P. Carbonel pour leur aide sur les ostracodes ; M. le professeur Hartmann et le Dr Maddocks ont bien voulu accepter de regarder certains ostracodes ; M. le professeur J.P. Margerel pour ses discussions sur les foraminifères néocalédoniens.

Je suis également très reconnaissant à MM. Y. Assante et C. Breton (laboratoire de Stratigraphie et de Paléocéologie) qui ont réalisé une partie de mes lames minces ; à MM. M. Maléa (laboratoire de Stratigraphie et de Paléocéologie) et P. Ribère (ORSTOM, centre de Nouméa) pour les photographies ; à M. R. Notonier (laboratoire de Stratigraphie et de Paléocéologie) pour les séances de MEB ; à MM. Servant et Fournier (ORSTOM, centre de Bondy) pour les datations au carbone 14 ; à M. Cauvin (Univ. de Provence) pour la réalisation des planches photographiques ; à M. J. Butscher (ORSTOM, centre de Nouméa) qui a réalisé une partie des dessins.

RESUME

Ceinturée de récifs barrières, la Grande Terre de Nouvelle-Calédonie est directement bordée de récifs frangeants dont l'histoire quaternaire est précisée par l'étude d'une série de forages.

Au Pléistocène s'établissent des constructions récifales lors d'un haut niveau marin. Des peuplements coralliens s'installent associés à des herbiers, des algues rouges et *Halimeda* dont le développement est important par rapport à celui de leurs homologues actuels. Une première phase diagénétique (marine) est mise en évidence.

La régression du Würm, conjuguée à des mouvements tectoniques verticaux particulièrement actifs sur la côte sud-est amènent l'émersion de ces récifs et leur karstification, particulièrement marquée sur la côte sud-est. Une deuxième phase diagénétique (météorique) signe l'évolution en milieu subaérien.

A l'Holocène, le retour de la mer permet la colonisation récifale de substrats karstifiés (côtes sud-est, sud-ouest et ouest) et de roches métamorphiques (côtes est, nord-est et nord-ouest). Des constructions coralliennes branchues et massives, associées à des algues rouges encroûtantes caractérisent les environnements pendant cette période. Les algueraias montrent un développement plus restreint. Une nouvelle phase diagénétique marine se manifeste.

Le maximum de la transgression holocène s'établit autour de 5500 ans BP et se caractérise par le creusement d'encoches et la mise en place de plages surélevées. Ce maximum est attribuable au réajustement isostatique consécutif à la transgression. Indépendamment de ce mouvement, l'étude de la structure interne des récifs de la Grande Terre de Nouvelle-Calédonie et leur mode de croissance mettent en évidence :

- une subsidence importante dans le nord et dans le sud-ouest avec un affaissement de la marge qui est à l'origine de la formation de deux vastes lagons ;

- une subsidence faible à nulle dans l'ouest (région de Bourail) expliquant la faible extension du récif barrière en ce secteur.

Mots-clés : récifs coralliens ; stratigraphie ; sédimentologie ; paléoécologie ; diagenèse ; eustatisme ; néotectonique ; Quaternaire ; Nouvelle-Calédonie ; Pacifique sud-ouest.

ABSTRACT

The barrier reef surrounds the "Grande Terre" of New Caledonia which is bordered by fringing reefs. Some subsurface bore-holes are drilled into these late coral reefs in order to reconstruct their evolution during Quaternary times. In this study, many aspects are pointed out : internal structure, concerning stratigraphy and reconstruction of paleoenvironments (sedimentology, paleoecology and diagenetic evolution).

Lithological descriptions, some radiochronological datings and foraminiferal assemblages put in evidence stratigraphy of fringing reefs around the "Grande Terre". Reef carbonates are different from the Holocene and Pleistocene periods. The Holocene period is represented by corals and encrustating Coralline algal bioconstructions and few bioclast accumulations. The Pleistocene period is represented by coral colonies and encrustating Coralline algae, but principally detrital organism accumulations, composed of Coralline algae, *Halimeda*, mollusks, echinoderms, foraminifera and coral debris. The succession of the Holocene and Pleistocene reefs differ according to the various coasts. A solution unconformity is observed in the south-eastern and south-western coastal reefs. On the eastern and northern coasts, the Holocene reef appears alone.

In the fringing reefs of New Caledonia, some associations can be seen through microscopic observations, the point-counting method and statistical tests. Holocene assemblages are composed principally of coral and encrustating Coralline algal bioconstructions which are controlled by hydrodynamic conditions. Pleistocene assemblages are more diversified : red algae, mollusks and foraminifera association ; red algae, *Halimeda*, mollusks and foraminifera association ; red algae, *Halimeda*, mollusks, foraminifera and echinoderms association. They represent seagrasses and algal tuff environments.

Foraminiferal studies allow the reconstruction of the evolution and the progradation of reefs. First, fore-reef assemblages, then reef-flat assemblages come after the other.

Diagenesis shows some particularities. Holocene reefs are characterized by marine aragonitic and high magnesian calcite in the intra- or inter-granular cavities. This marine cementation is maximal in high energetic environments (for example, south-eastern, eastern and northern coasts) and discreet in the lower energetic waters (for example, south-western coast). Bioerosion contributes to a high marine

cementation : a secondary porosity is created and cementation is maximal. Pleistocene reefs are characterized by freshwater cementation, recrystallization and solution processes. Freshwater diagenesis is found to be high in the south-eastern reefs. A cement stratigraphy can be observed in the reefs with a succession of first marine Pleistocene cementation, then freshwater Pleistocene, then marine Holocene cementation : this fact differs according to the sea level variations.

Reconstruction of fringing reef evolution in New Caledonia in relationship to eustatic fluctuations and tectonic movements can be summarized as follows :

During the Pleistocene period, reef populations were established during a high sea level. Coral communities are initiated in association with red algae and *Halimeda* which had a more prolific development in comparison to present ones. A first diagenetic (marine) phase is observed at this time.

Falling sea level caused by the Würm regression, with some vertical tectonic movements on the south-eastern coast induces reefs to emersion. Karstification of reef carbonates was very important on the south-eastern coast. A second diagenetic (meteoric) phase can then be observed.

During the Holocene period, the transgression permitted the establishment of a new reef on the karstified substrats (south-eastern and south-western coasts) or metamorphic rocks (eastern, north-eastern and north-western coasts). Some branched and massive coral communities characterize the reef environments. Development of seagrasses and algal populations are thus confined. A third diagenetic (marine) phase can also be pointed out.

The maximum of Holocene transgression, which is characterized by notches and raised beaches, reaches back to 5500 years BP. It is due to isostatic readjustement. Apart from this movement, studies of the internal structure and the growth of the reefs around the "Grande Terre" of New Caledonia prove the following :

- an important subsidence in the north and the south-west causing the formation of 2 great lagoons ;

- a weak to null subsidence in the west (the Bourail vicinity) which explains the slight degree of extension of the barrier reef on this coast.

Keywords : coral reefs ; stratigraphy ; sedimentology ; paleoecology ; diagenesis ; eustatism ; neotectonic ; Quaternary ; New Caledonia ; south-west Pacific.

TABLE DES MATIERES

pages

9	TABLE DES MATIERES
14	LISTE DES FIGURES
17	LISTE DES TABLEAUX
19	INTRODUCTION GENERALE
19	I-Situation et but de l'étude
21	II-Histoire géologique de la Nouvelle-Calédonie
23	III-Cadre géodynamique
24	IV-Le phénomène récifal
28	V-Historique des travaux sur les récifs coralliens de Nouvelle-Calédonie
29	VI-Eustatisme et néotectonique en Nouvelle-Calédonie
31	VII-Localisation des forages
31	VII-1-Côte sud-ouest
34	VII-2-Côte sud-est
36	VII-3-Côte est
39	VII-4-Côte nord-est
39	VII-5-Côte nord-ouest
42	VIII-Matériel et méthodes d'études
47	LITHOLOGIE ET STRATIGRAPHIE
47	I-Introduction

47	II-Description des forages
47	II-1-Forages du récif frangeant Ricaudy
50	II-2-Forages de la crique de Tara
52	II-3-Forages du site de Gouaé
53	II-4-Forages du site du "Caillou"
55	II-5-Forages du site de Thio
57	II-6-Forages du site de Poindimié
58	II-7-Forages du site de Hienghène
60	II-8-Forages du site de Pouébo-1
60	II-9-Forages du site de Pouébo-2
62	II-10-Forages du site de Poum
63	III-Interprétation stratigraphique
63	III-1-Les datations
63	III-1-1-Les datations radiochronologiques
63	III-1-2-Les datations relatives fondées sur la microfaune
63	III-2-Stratigraphie des récifs frangeants
63	III-2-1-Age des unités récifales
66	III-2-2-Structure interne des récifs frangeants de la Grande Terre
68	IV-Conclusion
69	SEDIMENTOLOGIE ET PALEOECOLOGIE
69	I-Introduction
69	II-Nature et répartition des constituants organiques et des associations
69	II-1-Les constituants organiques
71	II-2-Les associations
78	II-3-Rôle de la bioérosion
80	II-4-Conclusion
82	III-Evolution des associations et des textures
82	III-1-Récif Ricaudy
85	III-2-Récif de Tara
89	III-3-Récif de Gouaé
91	III-4-Récif du Caillou
93	III-5-Autres récifs
94	III-6-Conclusion
96	IV-Les biofaciès caractéristiques
96	IV-1-La trame construite
97	IV-2-Produit de démantèlement de la trame récifale
98	IV-3-Faciès d'accumulation
99	IV-4-Conclusion

99	V-Données écologiques
99	V-1-La macrofaune et la macroflore
99	V-1-1-Les scléactiniaires
103	V-1-2-Les Corallinacées
105	V-1-3-Les mollusques
106	V-2-La microfaune
106	V-2-1-Les foraminifères
117	V-2-2-Les ostracodes
118	VI-Conclusion
121	DIAGENESE
121	I-Introduction
121	II-Les ciments dans les récifs frangeants néocalédoniens
121	II-1-Description et répartition des ciments marins et des ciments d'eaux douces
130	II-2-Variations dans la répartition des ciments
135	II-3-Succession des ciments
138	III-Les enveloppes micritiques
139	IV-Transformations diagénétiques des éléments squelettiques
140	IV-1-Les scléactiniaires
142	IV-2-Les Corallinacées
143	IV-3-Les autres catégories d'éléments squelettiques
144	IV-4-L'oxydation de certaines catégories d'éléments squelettiques
144	V-Les croûtes calcaires
144	V-1-Caractéristiques et critères de reconnaissance
144	V-2-Description des niveaux de croûtes calcaires observés
145	V-3-Interprétation des niveaux de de croûtes calcaires
145	VI-La porosité
145	VI-1-La porosité primaire
146	VI-2-La porosité secondaire
148	VI-3-Variations dans la répartition de la porosité
149	VII-Discussion-Conclusion
149	VII-1-Les environnements diagénétiques
152	VII-2-Signification de la succession des phases de cimentation
152	VII-3-Implications climatiques

155	VARIATIONS RELATIVES DU NIVEAU MARIN
155	I-Introduction
155	II-Les marqueurs du niveau marin sur la Grande Terre de Nouvelle-Calédonie
155	II-1-Critères de surface
159	II-2-Critères de subsurface
160	III-Les variations relatives du niveau marin sur la Grande Terre
160	III-1-L'édification récifale et les variations relatives du niveau marin
160	III-1-1-Etude régionale
161	III-1-2-Discussion
170	III-2-Existence du haut niveau marin holocène en Nouvelle-Calédonie
173	IV-Discussion-Conclusion
173	IV-1-Côte sud-est
175	IV-2-Côte sud-ouest
175	IV-3-Côtes est et nord
179	CONCLUSIONS GENERALES
179	I-Structure interne des récifs frangeants
183	II-Les variations relatives du niveau marin
185	BIBLIOGRAPHIE
203	LISTE DES ESPECES
209	ANNEXES
209	(1) Taux de récupération
215	(2) Logs détaillés des forages

237	(3) Statistique
243	(4) Tableaux des comptages de points
255	(5) Diagramme de pourcentage des constituants
263	(6) Systématique des foraminifères
281	(7) Systématique des ostracodes

293 **PLANCHES PHOTOGRAPHIQUES**

LISTE DES FIGURES :

pages

Figures dans le texte

- 19 **Figure 1** : situation géographique et cadre géodynamique de la Nouvelle-Calédonie dans le Pacifique sud-ouest (d'après Récy et Dupont, 1982)
- 20 **Figure 2** : les récifs coralliens de Nouvelle-Calédonie
- 21 **Figure 3** : les niveaux géomorphologiques sur les principaux massifs du centre et du nord de la Nouvelle-Calédonie (d'après Latham, 1986)
- 24 **Figure 4** : les mouvements des plaques dans le Pacifique sud-ouest (d'après Isacks *et al.*, 1968 *in* : Récy et Dupont, 1982)
- 25 **Figure 5** : les ensembles récifaux du sud-ouest de la Nouvelle-Calédonie et les lignes récifales du lagon de Nouméa (d'après Thomassin et Vasseur, 1981 et Thomassin, 1984)
- 28 **Figure 6** : les pentes récifales externes (d'après Taisne, 1965)
- 29 **Figure 7** : modèle théorique de la sédimentation quaternaire et actuelle en Baie de Saint-Vincent (Coudray, 1976)
- 32 **Figure 8** : localisation des carottages des platiers récifaux, effectués sur les côtes sud, est et nord de la Grande Terre
- 33 **Figure 9** : coupe schématique nord-sud du platier du récif frangeant Ricaudy (Nouméa)
- 33 **Figure 10** : localisation des carottages effectués sur le récif frangeant Ricaudy (Nouméa)
- 35 **Figure 11** : localisation des carottages effectués sur la côte sud-est sur les sites du "Caillou", de Tara et de Gouaé
- 36 **Figure 12** : localisation des carottages effectués à Thio sur les sites de Saint-Gabriel (forages 16 et 17) et de Samara (forage 18)
- 37 **Figure 13** : localisation des carottages effectués à Poindimié sur le site d'Ometteux
- 38 **Figure 14** : localisation des carottages effectués à Hienghène sur le site d'Ouenguip
- 41 **Figure 15** : localisation des carottages effectués à Pouébo près d'Oubatche
- 41 **Figure 16** : localisation des carottages effectués à Pouébo près de la pointe Saint-Mathieu
- 42 **Figure 17** : localisation des carottages effectués à Poum
- 43 **Figure 18** : taux de récupération des carottages effectués sur le récif Ricaudy à Nouméa
- 48 **Figure 19** : logs des forages effectués sur le récif Ricaudy
- 51 **Figure 20** : logs des forages effectués sur les récifs de Tara et de Gouaé
- 54 **Figure 21** : logs des forages effectués sur le récif du Caillou
- 56 **Figure 22** : logs des forages effectués sur le récif de Thio
- 58 **Figure 23** : logs des forages effectués sur le récif de Poindimié
- 59 **Figure 24** : logs des forages effectués sur le récif de Hienghène
- 61 **Figure 25** : logs des forages effectués sur le récif de Pouébo 1
- 61 **Figure 26** : logs des forages effectués sur le récif de Pouébo 2
- 62 **Figure 27** : logs des forages effectués sur le récif de Poum
- 65 **Figure 28** : structure interne des récifs frangeants (côte sud-est)
- 67 **Figure 29** : structure interne du récif Ricaudy (côte sud-ouest)

- 75 **Figure 30** : analyses hiérarchiques des principales variables du forage 6 (récif de Taa) et du forage 11 (récif du Caillou)
- 77 **Figure 31** : récif de Tara, forage 6 : analyse factorielle des correspondances : projection des variables et des échantillons dans le plan des axes 1 et 2
- 79 **Figure 32** : récif du Caillou, forage 11 : analyse factorielle des correspondances : projection des variables et des échantillons dans le plan des axes 1 et 2
- 81 **Figure 33** : nature et répartition des constituants bioclastiques dans l'Holocène : exemple du récif Ricaudy (côte sud-ouest)
- 81 **Figure 34** : nature et répartition des constituants bioclastiques dans le Pléistocène : exemple du récif Ricaudy (côte sud-ouest)
- 83 **Figure 35** : les textures dans les forages du récif Ricaudy
- 84 **Figure 36** : diagramme de pourcentage des constituants du forage 1
- 86 **Figure 37** : les textures dans les récifs de Tara, Gouaé et du Caillou (côte sud-est)
- 87 **Figure 38-a** : diagramme de pourcentage des constituants du forage 2 (récif de Tara)
- 88 **Figure 38-b** : diagramme de pourcentage des constituants du forage 6 (récif de Tara)
- 90 **Figure 39** : diagramme de pourcentage des constituants des forages du site de Gouaé
- 92 **Figure 40** : diagramme de pourcentage des constituants du forage 11 (récif du Caillou)
- 95 **Figure 41** : différences entre l'Holocène récifal des côtes sud-est (Au Vent) et sud-ouest (Sous le Vent)
- 97 **Figure 42** : modèle général de la répartition et de l'agencement des principaux biofaciès des récifs frangeants néocalédoniens
- 107 **Figure 43** : les associations de foraminifères des sables bioclastiques du forage 35, récif Ricaudy (côte sud-ouest)
- 107 **Figure 44** : les associations de foraminifères des sables bioclastiques du récif de Tara (côte sud-est)
- 109 **Figure 45** : les associations de foraminifères des sables bioclastiques des récifs de la côte est
- 116 **Figure 46** : évolution des associations de foraminifères dans le Pléistocène de la côte sud-est : exemples des récifs de Tara et du Caillou
- 122 **Figure 47** : les ciments aragonitiques holocènes au contact de spicule d'alcyonaire et au contact de tissu algair
- 127 **Figure 48** : les ciments sparitiques fibreux pléistocènes de calcite faiblement magnésienne
- 129 **Figure 49** : les ciments pléistocènes syntaxiaux
- 136 **Figure 50** : la succession des ciments marins et / ou d'eaux douces
- 141 **Figure 51** : altération de quelques bioclastes
- 147 **Figure 52** : la porosité dans les récifs frangeants néocalédoniens
- 150 **Figure 53** : les étapes de la lithification des sédiments récifaux des formations récifales de Nouvelle-Calédonie
- 153 **Figure 54** : succession des ciments dans le forage 6 (récif de Tara, côte sud-est)
- 163 **Figure 55** : les âges d'installation à l'Holocène des récifs frangeants coralliens de la Grande Terre de Nouvelle-Calédonie
- 165 **Figure 56** : les courbes de croissance à l'Holocène des récifs des côtes

- sud-est (Tara et Mamié), est et sud-ouest (Ricaudy)
 169 **Figure 57** : le comportement spécifique de la Grande Terre
 170 **Figure 58** : site de l'îlot Vert, près de Bourail (côte ouest)
 172 **Figure 59** : datations du plus haut niveau marin holocène sur la Grande
 Terre de Nouvelle-Calédonie
 174 **Figure 60** : structure de la côte sud-est
 176 **Figure 61** : évolution du récif de Tara à l'Holocène
 177 **Figure 62** : structure des côtes est et nord
 178 **Figure 63** : stratigraphie des récifs frangeants de la Grande Terre

pages

Figures en annexe

- 211 **Figure 1** : taux de récupération des carottages effectués à Tara
 211 **Figure 2** : taux de récupération des carottages effectués à Gouaé
 211 **Figure 3** : taux de récupération des carottages effectués sur le récif du
 "Caillou"
 212 **Figure 4** : taux de récupération des carottages effectués à Thio
 212 **Figure 5** : taux de récupération des carottages effectués à Poindimié
 212 **Figure 6** : taux de récupération des carottages effectués à Hienghène
 213 **Figure 7** : taux de récupération des carottages effectués à Pouébo-1
 213 **Figure 8** : taux de récupération des carottages effectués à Pouébo-2
 213 **Figure 9** : taux de récupération des carottages effectués à Poum
 218 **Figure 10** : log du forage NC.1.PV
 219 **Figure 11** : log du forage NC.34.PV
 220 **Figure 12** : log du forage NC.35.PV
 221 **Figure 13** : log du forage NC.37.PV
 222 **Figure 14** : log des forages NC.2.TA et NC.4.TA
 223 **Figure 15** : log du forage NC.5.TA
 224 **Figure 16** : log du forage NC.6.TA
 225 **Figure 17** : log des forages NC.7.TA et NC.9.TA
 226 **Figure 18** : log du forage NC.8.TA
 227 **Figure 19** : log du forage NC.10.HR
 228 **Figure 20** : log du forage NC.11.HR
 229 **Figure 21** : log des forages NC.12.HR et NC.13.HR
 230 **Figure 22** : log des forages NC.16.TH, NC.17.TH et NC.18.TH
 231 **Figure 23** : log des forages NC.19.OM., NC.20.OM. et NC.21.OM
 232 **Figure 24** : log des forages NC.22.HG., NC.23.HG. et NC.24.HG
 233 **Figure 25** : log des forages NC.25.PB et NC.27.PB
 234 **Figure 26** : log du forage NC.26.PB
 235 **Figure 27** : logs des forages NC.28.PB, NC.29.PB et NC.30.PB
 236 **Figure 28** : logs des forages NC.32.PM. et NC.33.PM
 239 **Figure 29** : évolution des contributions relatives dans l'AFC (variables)
 257 **Figure 30** : diagramme de pourcentage des constituants du forage 34
 258 **Figure 31** : diagramme de pourcentage des constituants du forage 35
 259 **Figure 32** : diagramme de pourcentage des constituants du forage 5
 260 **Figure 33** : diagramme de pourcentage des constituants du forage 10
 261 **Figure 34** : diagramme de pourcentage des constituants du forage 12
 et du forage 13

LISTE DES TABLEAUX

pages

Tableaux dans le texte

- 26 **Tableau 1-a** : caractéristiques des complexes récifaux ouest (d'après Taisnc, 1965 et Coudray, 1976)
- 27 **Tableau 1-b** : caractéristiques des complexes récifaux est (d'après Taisnc, 1965 et Coudray, 1976)
- 64 **Tableau 2** : datations au carbone 14 d'échantillons coralliens
- 111 **Tableau 3** : répartition des foraminifères dans le forage 5
- 111 **Tableau 4** : répartition des foraminifères dans le forage 6
- 111 **Tableau 5** : répartition des foraminifères dans le forage 7
- 111 **Tableau 6** : répartition des foraminifères dans le forage 8
- 113 **Tableau 7** : répartition des foraminifères dans le forage 10
- 113 **Tableau 8** : répartition des foraminifères dans le forage 11
- 113 **Tableau 9** : répartition des foraminifères dans le forage 12
- 113 **Tableau 10** : répartition des foraminifères dans le forage 13
- 131 **Tableau 11** : la phase de liaison dans le forage 2
- 131 **Tableau 12** : la phase de liaison dans le forage 5
- 131 **Tableau 13** : la phase de liaison dans le forage 6
- 131 **Tableau 14** : la phase de liaison dans le forage 7
- 131 **Tableau 15** : la phase de liaison dans le forage 8
- 131 **Tableau 16** : la phase de liaison dans le forage 9
- 133 **Tableau 17** : la phase de liaison dans le forage 10
- 133 **Tableau 18** : la phase de liaison dans le forage 11
- 133 **Tableau 19** : la phase de liaison dans le forage 12
- 133 **Tableau 20** : la phase de liaison dans le forage 13
- 156 **Tableau 21** : reconnaissance des paléoniveaux marins et des discontinuités sur la Grande Terre de Nouvelle-Calédonie
- 171 **Tableau 22** : datations du haut niveau marin holocène sur la Grande Terre de Nouvelle-Calédonie
- 180 **Tableau 23** : caractérisation des récifs frangeants holocènes et pléistocènes de la Grande Terre de Nouvelle-Calédonie

pages

Tableaux en annexe

- 240 **Tableau 1** : forage 6 : comptages de points utilisés dans les analyses statistiques
- 241 **Tableau 2** : forage 11 : comptages de points utilisés dans les analyses statistiques

INTRODUCTION GENERALE

I-Situation et but de l'étude :

La Nouvelle-Calédonie est située en zone intertropicale dans le Pacifique sud-ouest entre les longitudes 160° et 170° est et les latitudes 15° et 25° sud. Elle est soumise à 2 saisons bien marquées, chaude de mi-Novembre à mi-Avril et fraîche de Juin à Août, séparées par 2 saisons de transition.

La Grande Terre ou "Caillou" (Nouvelle-Calédonie proprement dite) est allongée suivant une direction nord-ouest / sud-est. Elle est prolongée au sud par l'île des Pins, et bordée parallèlement à l'est par les îles Loyauté dont l'altitude décroît du sud au nord (Maré, Lifou, Ouvéa et Beautemps-Beaupré).

La Grande Terre est la partie émergée de la chaîne sous-marine de Norfolk (Dupont *et al.*, 1975, Daniel *et al.*, 1976) où, de part et d'autre, se situent : à l'ouest, le bassin de Nouvelle-Calédonie ; à l'est, le bassin des Loyauté, la ride des Loyauté et la fosse des Nouvelles-Hébrides où la plaque australienne plonge sous celle du Pacifique (Récy et Dupont, 1982) (figure 1).

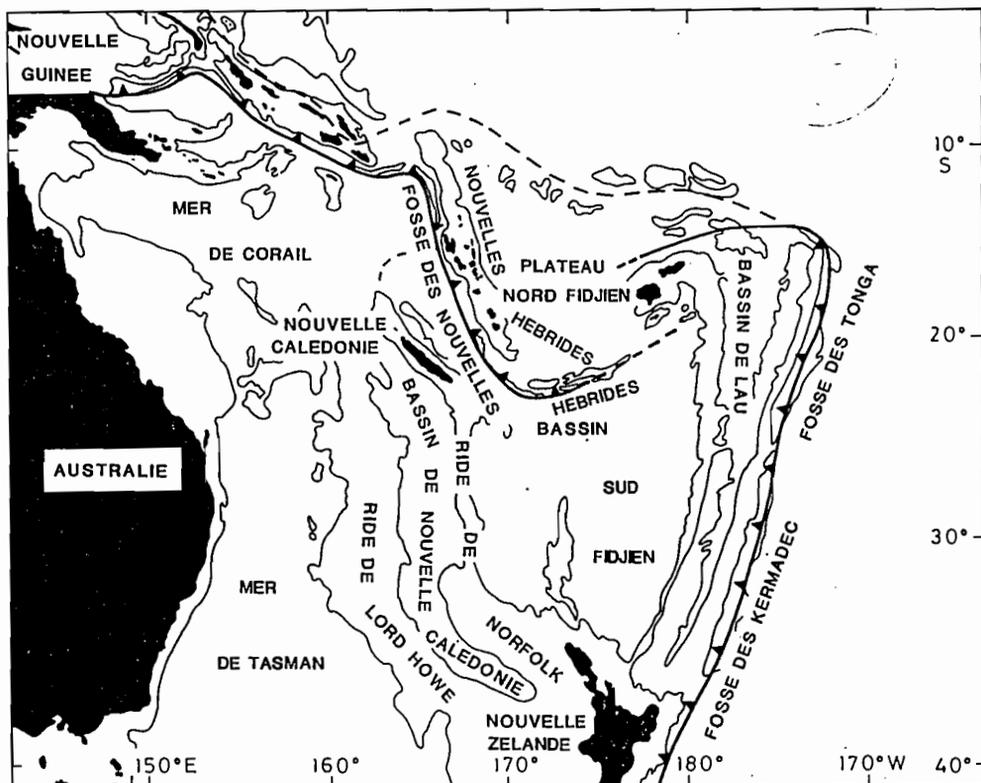


Figure 1 : situation géographique et cadre géodynamique de la Nouvelle-Calédonie dans le Pacifique sud-ouest (d'après Récy et Dupont, 1982)

La Nouvelle-Calédonie présente le plus vaste ensemble récifal du monde après celui de la Grande Barrière australienne (figure 2). Des récifs barrières de 1500 km de long (Coudray, 1982, Debenay, 1985-a), ceinturent la Grande Terre. Vers le nord, ils se prolongent de 200 km, interrompus par le Grand Passage et s'arrêtent au niveau des récifs d'Entrecasteaux. Des récifs internes parsèment les lagons et des récifs frangeants bordent les côtes ; bien développés à l'est, peu à l'ouest, ils constituent une des caractéristiques de la dissymétrie des lagons (Coudray, 1976, Debenay, 1985-a).

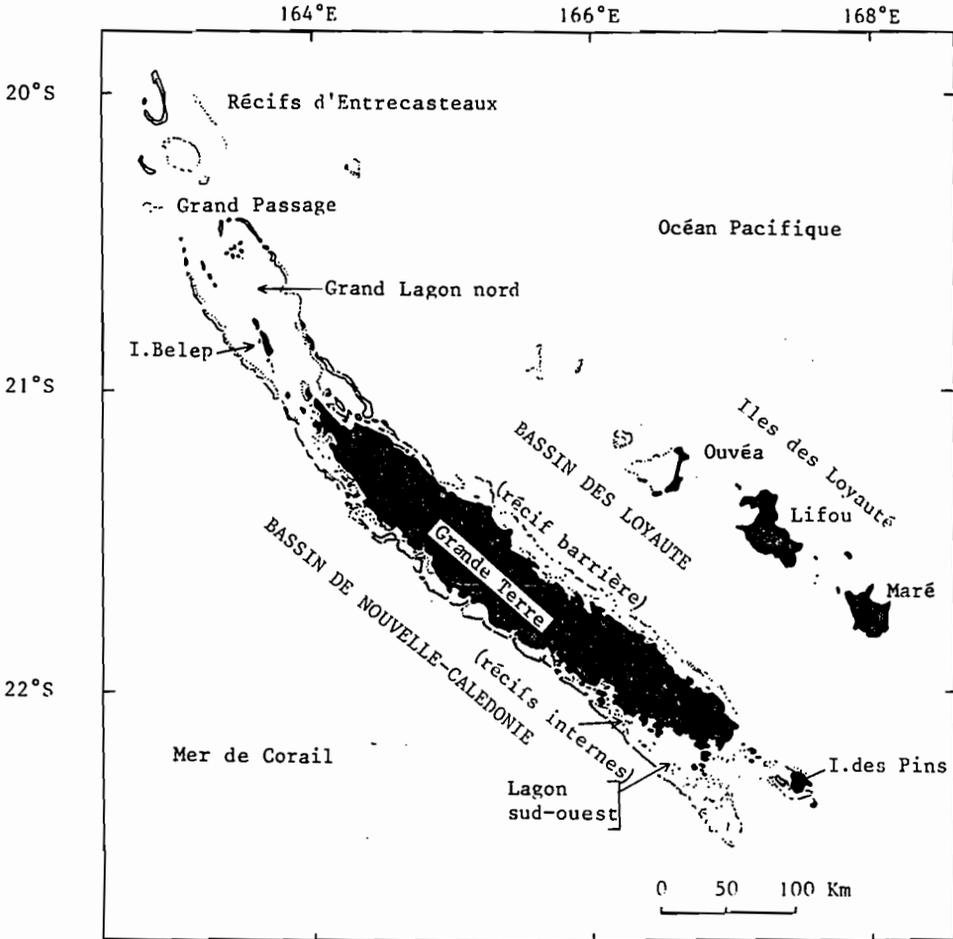


Figure 2 : les récifs coralliens de Nouvelle-Calédonie

La connaissance des récifs coralliens néocalédoniens est encore fragmentaire ; leur structure interne (lithologie et succession des unités coralliennes) demeure peu connue de même que le contrôle de l'eustatisme et de la néotectonique sur leur établissement et leur croissance.

Dans le cadre d'un programme de recherches intitulé : "Etude de la néotectonique et des variations relatives du niveau marin du Quaternaire Récent à l'Actuel en Nouvelle-Calédonie", des forages peu profonds et entièrement carottés ont été réalisés par l'ORSTOM de 1981 à 1983 sur les platiers des récifs frangeants de La Grande Terre. Ce travail s'inscrit dans ce programme et comprend :

- une description lithologique, avec une étude des corrélations établies entre les forages, suivies d'une interprétation stratigraphique ;
- une étude paléoécologique et sédimentologique permettant la reconstitution des paléoenvironnements ;
- une description des figures diagénétiques avec la succession des événements (et leur cause) ;
- une étude des variations relatives du niveau marin et de l'établissement des modalités de croissance récifale.

II-Histoire géologique de la Nouvelle-Calédonie :

En raison de ses richesses minières, la Nouvelle-Calédonie a fait l'objet de nombreuses études dont nous citerons les principales : en 1917, Piroutet établit la première carte géologique ; Davis (1925) définit plusieurs phases d'érosion qui ont été redéfinies et complétées par Routhier (1953), Avias (1953) et dernièrement Latham (1986) (figure 3) ; Arnould (1958) étudie les terrains métamorphiques du nord et Espirat (1963) le nord et le versant ouest de la Nouvelle-Calédonie. Guillon (1975) et Trescases (1975) étudient les massifs de péridotites et leur altération supergène. Coudray (1976) détaille l'histoire du Néogène et du Quaternaire marins, Gonord (1977) la tectonique, Paris (1981) établit une synthèse géologique pour servir de notice à la carte géologique au 1 : 200000, et Debenay (1985-a) définit les paléoenvironnements quaternaires du lagon sud-ouest.

Les grands événements de cette histoire géologique peuvent se résumer ainsi (Lillie et Brothers, 1970, Paris, 1981) :

- Les faciès métamorphisés et plissés du noyau axial de la chaîne montrent que l'édification de l'archipel néocalédonien commence avant le Permien.

- Les faciès volcano-sédimentaires du Permien et du Trias inférieur constituent les premiers terrains datés (Paris et Lille, 1977, Paris, 1981). Ils permettent d'établir que la côte ouest constituerait "un arc volcanique actif en partie émergée, située en bordure d'une terre émergée occidentale " (Paris, 1981) alors que la chaîne centrale pourrait constituer une zone de sédimentation de bassin d'avant-fosse.

- Du Trias moyen au Jurassique supérieur, 3 mégaséquences peuvent être définies sur la côte ouest et dans la chaîne centrale. Elles sont constituées de roches volcano-sédimentaires et de formations dites à charbon et elles témoignent dans ces 2 régions de la constance des conditions paléogéographiques et d'une même position géotectonique (Paris, 1981). Elles permettent de situer la côte ouest sur la marge littorale du bassin de sédimentation alors que la chaîne centrale s'éloigne de cette bordure. Paris

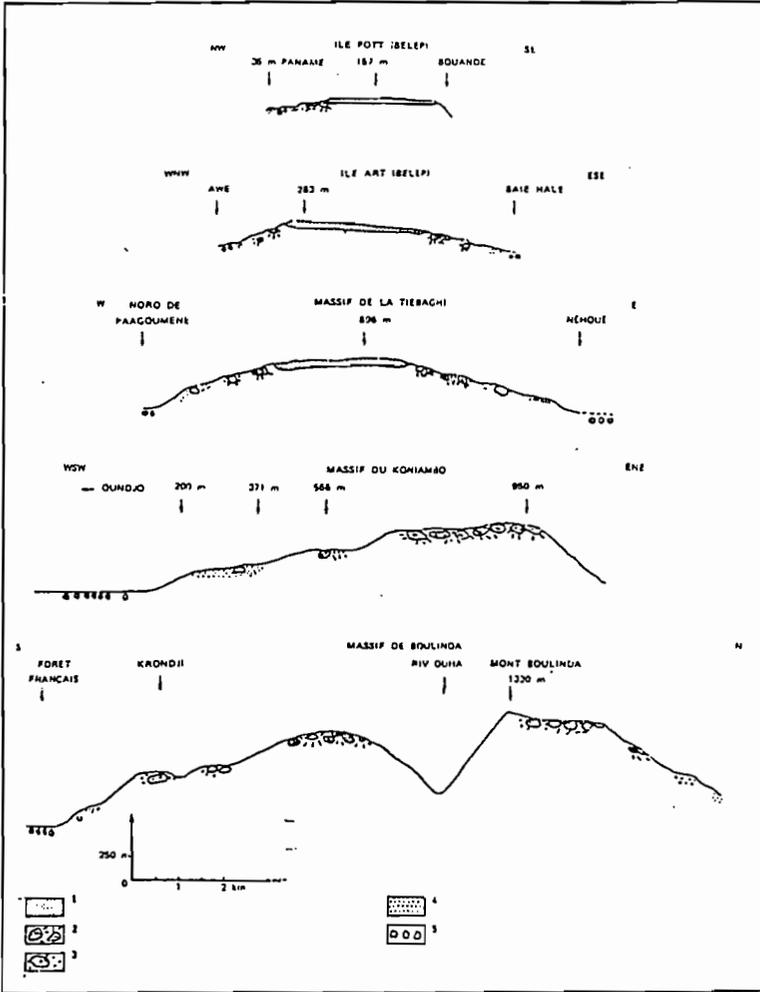


Figure 3 : les niveaux géomorphologiques sur les principaux massifs du centre et du nord de la Nouvelle-Calédonie (d'après Latham, 1986)

(1981) propose le schéma paléogéographique suivant : la sédimentation s'établirait dans un bassin assimilé d'avant-fosse au nord d'un arc volcanique prolongé par la zone littorale occidentale. Au Tithonique, le haut-fond est transgressé.

- Au Crétacé inférieur, la tectonogenèse néo-cimmérienne, qui traduirait les premiers mouvements de dislocation de la ceinture orogénique du Gondwana, permet l'émersion de l'île. Cette phase majeure pour la Nouvelle-Calédonie s'accompagne d'un métamorphisme de faible degré et des déformations en blocs le long de grandes lignes de fractures. Cette émersion se traduit par une lacune du Crétacé inférieur.

- Le Sénonien transgressif et discordant est constitué de dépôts détritiques terrigènes témoignant d'un milieu confiné littoral. Les épanchements de basaltes, dolérites et gabbros avec parfois des intercalations sédimentaires qui affleurent sur les côtes ouest et sud sont datés du Sénonien à l'Eocène moyen (Paris, 1981).

- Le Paléocène et l'Eocène inférieur sont caractérisés par une sédimentation en eau peu profonde dans une dépression occidentale en période de calme orogénique. A l'Eocène moyen et supérieur, on assiste aux premières constructions récifales en bordure des reliefs (Chevalier *et al.*, 1971). Du détritique carbonaté de type flysch se dépose dans les bassins subsidents au sud du haut-fond.

- A l'Eocène terminal, à l'apogée de l'orogénèse alpine, intervient la mise en place des péridotites (Paris *et al.*, 1979). Celles-ci correspondent à un lambeau de lithosphère océanique (Aubouin *et al.*, 1977) charrié du nord-est vers le sud-ouest (Collot *et al.*, 1982) sur le bâti néocalédonien. Du matériel détritique alimente le bassin subsident de la côte ouest.

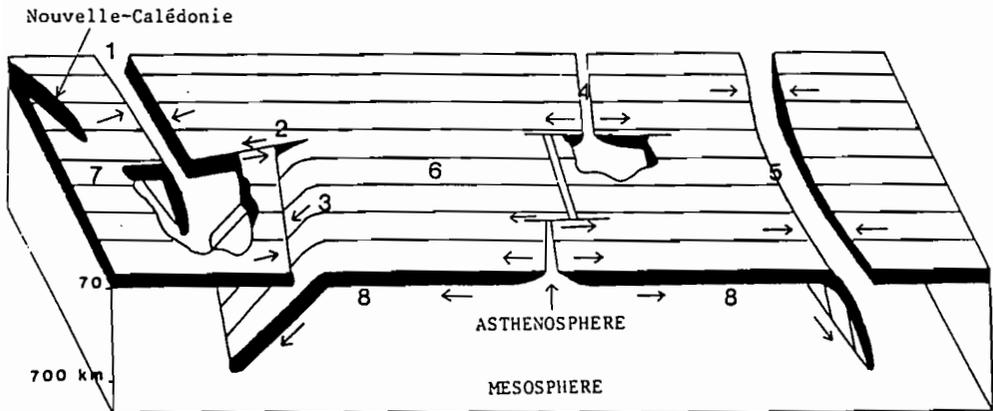
- A l'Oligocène, un soulèvement tardi-tectonique amène à l'émersion la Nouvelle-Calédonie.

- Au Miocène, se développent, sur les marges du bloc néocalédonien, des formations récifales perturbées par les apports détritiques dus à l'érosion. Sept niveaux géomorphologiques d'aplanissement liés à l'érosion lors des périodes de stabilité relative entre les variations eustatiques et le soulèvement (Davis, 1925, Routhier, 1953, Latham, 1986) peuvent être mis en évidence avec un gradient altitudinal décroissant vers le nord (figure 3). Le mouvement de surrection, responsable de ce gradient, se poursuit au Pliocène.

- Au cours du Pléistocène et de l'Holocène se développent les formations récifales que l'on connaît actuellement, à la faveur des stades interglaciaires (Avias, 1959, Avias et Coudray, 1965, Coudray, 1976) et les mouvements néotectoniques interviennent (Launay et Récy, 1972, Dubois *et al.*, 1973, Coudray, 1976). C'est cette histoire géologique et tectonique du Quaternaire qui fera l'objet d'une nouvelle analyse à la faveur de nos observations.

III-Cadre géodynamique :

Le mouvement convergent des plaques australo-indienne et pacifique implique une subduction. Dans le nord du Pacifique sud-ouest, la plaque australo-indienne s'enfonce sous la plaque pacifique au niveau de la fosse des Nouvelles-Hébrides, alors qu'au sud des Samoa la subduction est de sens contraire, l'inversion se faisant au niveau de la ride de Hunter. La Nouvelle-Calédonie, située en arrière de la fosse des Nouvelles-Hébrides représente la partie émergée de la ride de Norfolk ; celle-ci, d'affinités continentales, aurait constitué une bordure du continent australien (Récy et Dupont, 1982) (figure 4).



- 1- zone de subduction des Nouvelles-Hébrides
- 2- ride de Hunter
- 3- zone de subduction des Tonga-Kermadec
- 4- dorsale d'expansion Est-Pacifique
- 5- zone de subduction du Chili
- 6- plaque Pacifique
- 7- plaque australo-indienne
- 8- lithosphère

Figure 4 : les mouvements des plaques dans le Pacifique sud-ouest (d'après Isacks *et al.*, 1968 *in* : Récy et Dupont, 1982)

IV-Le phénomène récifal :

Les premières tentatives d'édification récifale datent de l'Eocène (Chevalier *et al.*, 1971), mais l'histoire récifale néocalédonienne ne débute qu'au Miocène (Routhier, 1953, Coudray, 1976), bien que ce soit surtout pendant les stades interglaciaires du Quaternaire que les formations récifales atteignent un développement remarquable. Un grand nombre de types morphologiques de récifs coralliens est alors représenté en Nouvelle-Calédonie (Guilcher, 1965, Chevalier, 1973, Coudray, 1976, Thomassin, 1984, Debenay, 1985-a), et trois grands ensembles peuvent être reconnus selon la terminologie de Battistini *et al.* (1975) :

- les récifs frangeants : ils bordent les côtes actuelles et sont mieux développés à l'est qu'à l'ouest ;

- les récifs barrières : plus ou moins éloignés des côtes ils délimitent 2 lagons qui communiquent avec la mer ouverte par des passes coupées au droit des rivières ; au nord-ouest et au sud-ouest de la Grande Terre, ces récifs barrières s'éloignent de la côte en constituant deux vastes lagons. Celui de Nouméa (ou lagon sud-ouest) est le mieux étudié. Le récif barrière de

Nouvelle-Calédonie est souvent double voire triple (par exemple à Touho / Hienghène, côte est) ;

- les récifs internes : établis dans les lagons entre les récifs barrières et frangeants, ils peuvent s'aligner suivant des directions privilégiées comme l'ont montré pour le lagon de Nouméa Thomassin et Vasseur, (1981) et Thomassin (1984) ; 3 lignes récifales délimitant 4 zones ont été définies par ces auteurs (figure 5) : la première ligne, en arrière du récif barrière, est composée des récifs Ngé, Crouy, Goéland et des 4 bancs de l'ouest ; la seconde, au sein du lagon, des récifs Prony, Croissant et Maître ; la troisième des récifs frangeants et des îlots côtiers coralliens. Les aires de *hard-grounds* trouvées dans le lagon correspondraient à des arrêts ou des ralentissements de la sédimentation lors de la remontée du niveau marin (Thomassin et Coudray, 1982).

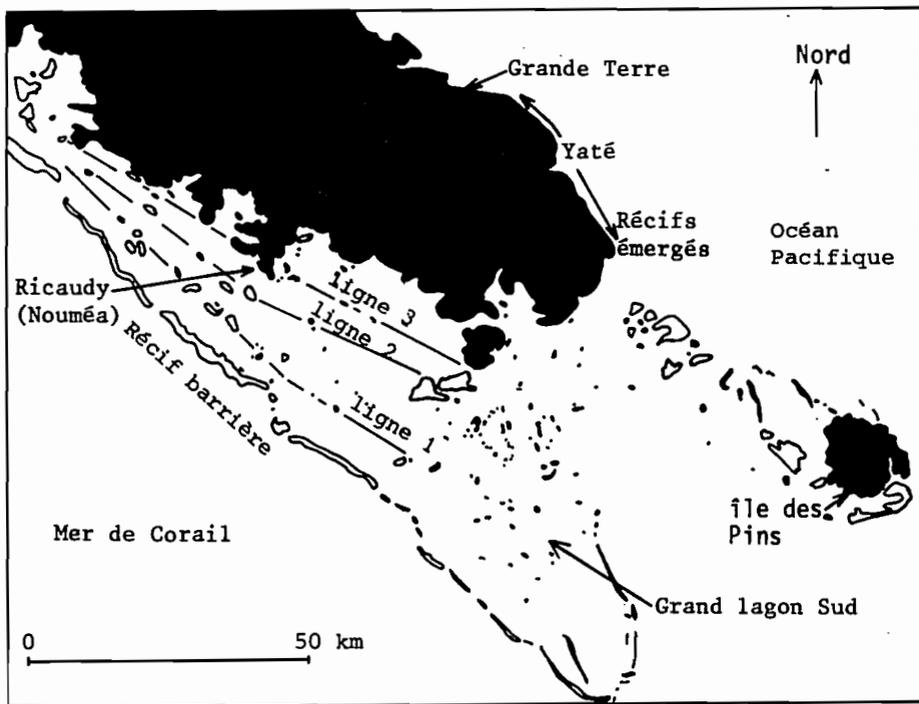


Figure 5 : les ensembles récifaux du sud-ouest de la Nouvelle-Calédonie et les lignes récifales du lagon de Nouméa (d'après Thomassin et Vasseur, 1981 et Thomassin, 1984)

Les complexes récifaux des côtes est et ouest montrent des différences morphologiques qui sont synthétisées dans le tableau 1 (d'après Taisne, 1965 et Coudray, 1976) (figure 6). Cette dissymétrie dans les complexes récifaux est certainement due à des facteurs tectoniques et isostatiques différents ; Coudray (1976, 1977) explique la répartition des récifs par l'existence de blocs dus au jeu ou au rejeu de grandes failles transverses ; d'après Dugas et Debenay (1978-a), la morphologie des constructions coralliennes serait

contrôlée par le jeu de failles-flexures nord-ouest / sud-est, parallèles à la chaîne centrale ; Coudray *et al.* (1985) expliquent que le jeu de failles-flexures parallèles au littoral, définies par Dugas et Debenay (1978-a), aurait provoqué, dans le lagon de Nouméa une série d'effondrements en marches d'escaliers orientées vers le bassin ; il se serait alors établi une succession de récifs sur la ligne des crêtes, créant ainsi les alignements définis par Thomassin et Vasseur (1981).

Le récif barrière : pratiquement ininterrompu, il est situé à des distances variables de la côte (il est frangeant à Bourail) ; les passes sont peu nombreuses et plus étroites.

La pente externe : elle est quasi-verticale : plateau en pente douce jusqu'à -10 ou -15 m, puis séries de marches de 15 à 20 m, puis fond de sable de -68 à -80 m en pente rapide. Ruptures de pente entre -10 et -20 m, -40 et -50 m, -62 et -68 m, -72 et -80 m et vers -160 m et -240 m.

La pente interne : elle est relativement douce, en prolongement de la plaine côtière.

Le lagon : il est peu profond (25 m) et de structure complexe. De nombreuses îles et récifs le parsèment, formant parfois des alignements. Le lagon se raccorde insensiblement à la plaine côtière.

Les récifs frangeants : ils sont discontinus et peuvent être relayés par des côtes rocheuses, des mangroves, des deltas vaseux ou des plages de sables ou cailloux.

La subsidence : elle est faible.

Tableau 1-a : caractéristiques des complexes récifaux ouest de
Nouvelle-Calédonie
(d'après Taisne, 1965 et Coudray, 1976)

Le récif barrière : il est irrégulier avec de nombreuses passes, souvent double, parfois triple. Par places, il a une forme arquée. Il est submergé au niveau de Yaté et s'enfonce de plus en plus profondément en direction de l'île des Pins.

La pente externe : elle est forte et convexe dans sa partie haute, interrompue par des ruptures de pente vers -15 / -20 m et -65 / -75 m et vers -100 m.

La pente interne : elle est douce jusqu'à -3 m avant de tomber jusqu'à -10/-12 m, puis le fond du lagon est atteint par paliers successifs, -20, -30, -40, -50 et exceptionnellement -60 m.

Le lagon : il est profond, limité par des zones fracturées et mylonitisées au Nord-Est d'où son origine par affaissement tectonique. On trouve très peu d'îles dans le lagon nord-est.

Les récifs frangeants : ils constituent une succession ininterrompue, sauf à l'embouchure des fleuves ; ils ont de 100 à 300 m de largeur; le platier est subhorizontal.

La subsidence : elle est plus rapide qu'à l'Ouest.

Tableau 1-b : caractéristiques des complexes récifaux est de
Nouvelle-Calédonie
(d'après Taisne, 1965 et Coudray, 1976)

Les formations coralliennes émergées sont surtout connues dans les îles Loyauté et l'île des Pins, mais sur la Grande Terre, un récif frangeant surélevé le long de la côte sud-est atteint 10 mètres d'altitude dans la région de Yaté-Tara et décroît vers Ounia et Goro. Dans la région de Bourail sur la côte ouest, des reliques de platiers récifaux ont été trouvés entre +2,0 et +4,0 m (Piroutet, 1917, Routhier, 1953, Launay et Récy, 1972, Cabioch, observ. pers.).

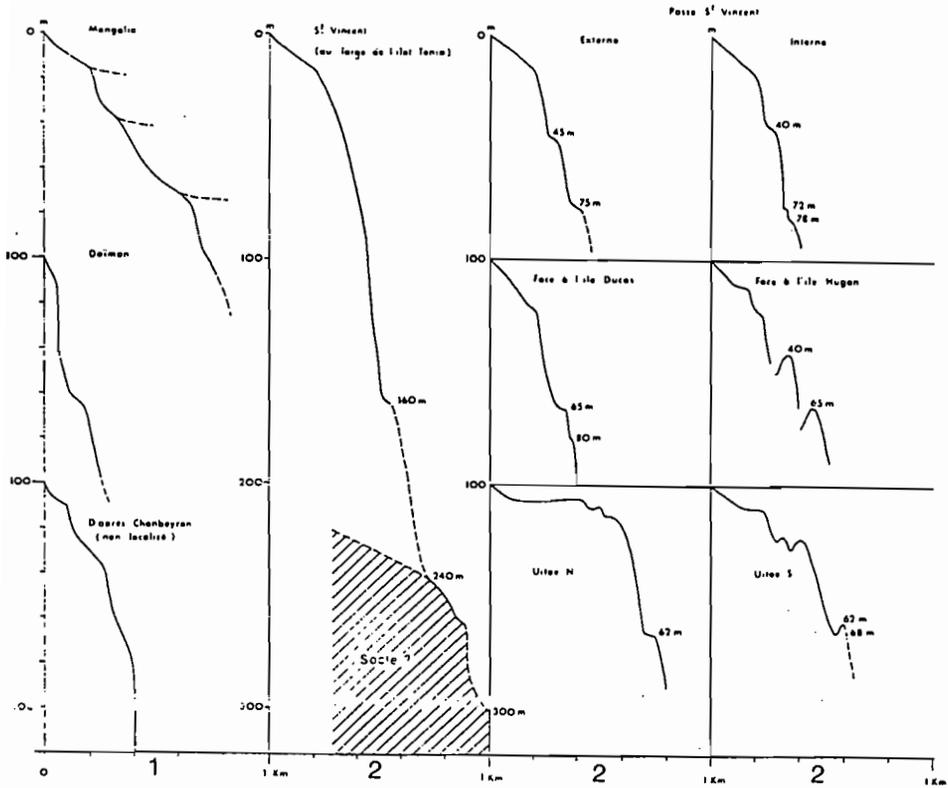


Figure 6 : les pentes récifales externes (d'après Taisne, 1965).

1 : lagon est
2 : lagon ouest

V-Historique des travaux sur les récifs coralliens de Nouvelle-Calédonie :

La Fondation Singer-Polignac a permis dans les années 1960-80 la réalisation d'études variées sur la biologie, la géomorphologie et la géologie des récifs coralliens de la Nouvelle-Calédonie. Le forage de l'île du Grand Ténia (Baie de Saint-Vincent, côte ouest) a contribué à une meilleure connaissance de la stratigraphie, paléocéologie, sédimentologie et diagenèse du Quaternaire récifal (Avias et Coudray, 1967 ; Coudray, 1971, 1976, 1977 ; Coudray et Cussey, 1973 ; Coudray et Margerel, 1974 ; Coudray et Massieux, 1974 ; Massieux, 1976) (figure 7).

Dans la même période, Baltzer (1970), Launay et Récy (1970), Dubois *et al.* (1973-a, 1973-b), Coudray et Delibrias (1972), Dubois, Bernat, Launay et Récy

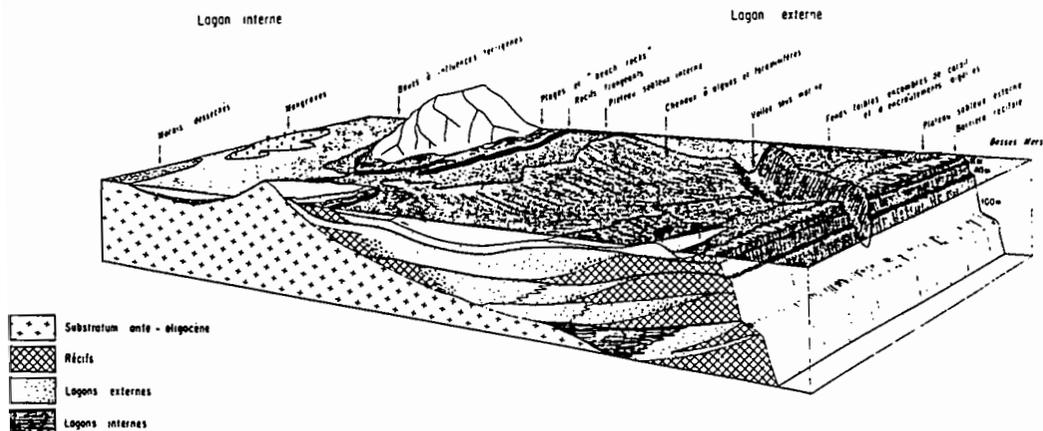


Figure 7 : modèle théorique de la sédimentation quaternaire et actuelle en Baie de Saint-Vincent (Coudray, 1976)

(1976), Coudray (1976, 1977), Fontes, Launay, Monzier et Récy (1977), Gaven, Launay et Bernat (1979), Launay (1985) étudiaient les variations relatives des niveaux marins et la néotectonique au cours du Quaternaire notamment à partir de la datation d'échantillons coralliens.

Plus récemment, les travaux se sont poursuivis activement dans le lagon sud-ouest : établissement de cartes sédimentologiques (Dugas et Debenay, 1978-b, 1980, 1981, 1982) ; études sismiques (Dugas, Ville et Coudray, 1980) ; observation de hard-grounds (Thomassin et Coudray, 1982), de bancs coralliens (Joannot, Thomassin et Magnier, 1983) ; définition de zones récifales (Thomassin et Vasseur, 1981) et d'environnements sédimentaires bioclastiques (Masse *et al.*, 1983, sous presse) ; sédimentologie et thanatocoenoses des foraminifères de grande taille (Debenay, 1985-b, 1986, 1987).

VI- Eustatisme et néotectonique en Nouvelle-Calédonie :

Les datations au carbone 14 de 4 échantillons de tourbes de palétuviers sur la côte ouest (sites de Mara et du delta de la Dumbéa) ont montré que la transgression holocène s'est effectuée entre 7300 et 5600 ans BP avec une vitesse moyenne de $2,9 \cdot 10^{-3}$ m/an (Baltzer, 1970). Se référant à la courbe de montée du niveau marin établie par Bloom (1969) en Micronésie, cet auteur établit que la néotectonique pourrait être responsable des niveaux marins holocènes plus hauts que l'actuel observés sur les côtes de la Grande Terre.

Des plages surélevées à +1,50 m et des encoches à la même altitude ainsi qu'un sol archéologique daté à l'île des Pins ont permis à Launay et Récy (1970) d'admettre qu'une oscillation du niveau marin postérieurement à 3000

/ 3500 ans BP avait affecté la région Nouvelle-Calédonie / îles Loyauté.

Grâce à 8 datations sur des marqueurs du niveau marin, Coudray et Delibrias (1972) ont montré que ce niveau était supérieur à l'actuel il y a 5400 ans BP. Cependant ces auteurs ne peuvent préciser l'amplitude de ce phénomène car les témoins datés n'indiquent pas forcément le niveau 0 des Basses Mers de Vives Eaux (BMVE).

Dubois, Launay et Récy (1973-a) ont passé en revue les divers mécanismes pouvant être responsables de ces mouvements de surrection au Quaternaire dans la région :

- Soulèvement dû à l'érosion : l'érosion du massif péridotitique (Baltzer et Trescases, 1971) entraînerait un allègement puis un soulèvement de la lithosphère, mais durant le Quaternaire, ces mouvements sont plus faibles.

- Effet de l'eustatisme : la surcharge du poids des eaux lors de la déglaciation aurait provoqué un réajustement, mais les mouvements résultant paraissent faibles pour expliquer les hauteurs atteintes par les récifs coralliens des îles Loyauté.

- Effet de surrection d'une île : lors de la surrection d'une île, il se produit un effet secondaire correspondant à un enfoncement ;

- Effet de flexure : la déformation de la lithosphère, avant son plongement sous l'arc insulaire des Nouvelles-Hébrides, a été calculée à partir des paramètres physiques de la plaque. Ce mécanisme a été retenu par ces auteurs pour expliquer les déformations et les âges des couronnes récifales émergées dans les îles Loyauté.

Dubois, Launay et Récy (1973-a et 1973-b) proposent donc l'existence au Quaternaire d'une onde épigénique liée à un bombement de la plaque australienne avant sa subduction sous celle du Pacifique au niveau de la fosse des Nouvelles-Hébrides. Ce bombement, parallèle à la fosse de subduction, est responsable de la répartition des altitudes décroissantes du sud au nord des îles Loyauté dont l'alignement est différent de celui du bombement. L'amplitude du mouvement de soulèvement est variable avec le temps. La partie sud des Loyauté et de la Nouvelle-Calédonie est affectée alors que le nord ne l'est pas. Ce modèle est en accord avec les données géologiques et géophysiques (Dubois *et al.*, 1974, Collot et Missègue, 1977, Collot *et al.*, 1982). Le taux de soulèvement de l'île Maré, comparé à ceux définis théoriquement par variation du paramètre flexural permet d'établir que $x = 140$ km pour un soulèvement de 7×10^{-5} m/an depuis 1,4 millions d'années. A partir de ce modèle, Dubois *et al.* (1975) déterminent la crête du bombement à partir des données gravimétriques. Pour les îles Loyauté, elle se situerait à 80 km de Maré.

L'étude des terrasses coralliennes des îles Loyauté par Marshall et Launay (1978) montre que l'axe du bombement lithosphérique pourrait se situer entre 167° et 168° Sud.

Pour Bernat *et al.* (1976), le niveau à 120000 ans BP, plus haut que l'actuel d'environ +6,0 m (Bloom *et al.*, 1974), est à +20,0 m à l'île des Pins et à +11,0 m à Lifou. Gaven *et al.* (1979) déterminent à l'île des Pins 3 hauts niveaux à 125000, 160000/170000 et 200000 ans BP, ce qui permet à ces auteurs de montrer l'existence d'oscillations entre ces périodes ; depuis 120000 ans BP, l'île des Pins serait restée stable et Launay (1985) conclut que cette relative stabilité tectonique pourrait s'étendre à toute la région Nouvelle-Calédonie / îles Loyauté. Gaven et Bourrouilh (1979) émettent également une hypothèse de stabilité pour les îles Loyauté depuis 200000 ans BP.

L'étude du forage Ténia (figure 7) sur le récif barrière de la côte ouest a mis en évidence une subsidence de 0,1 mm/an des marges de la Nouvelle-Calédonie pendant le Quaternaire (Coudray, 1976, 1977). S'appuyant sur l'étude géomorphologique des ensembles récifaux et des données structurales acquises à terre (Orloff et Gonord, 1968, Coudray, 1968, 1969, Gonord et Trescases, 1970, Gonord *et al.*, 1972), Coudray (1976) montre l'existence d'une déformation souple négative de la lithosphère à l'arrière du bombement avec compartimentage du bloc calédonien.

Tisseau (1979) établit un modèle de déformation de la lithosphère sous l'effet d'une charge sédimentaire ; le bord du bassin ouest-calédonien comporte un bord libre impliquant l'existence et le jeu actif d'une faille. L'affaissement en marches d'escaliers vers les marges a également été évoqué à plusieurs reprises. Récemment, Moretti et Turcotte (1985) ont proposé un modèle dans lequel l'érosion de la nappe péridotitique pourrait entraîner le soulèvement du bâti calédonien et la subsidence des bassins.

VII-Localisation des forages :

Plusieurs platiers ont fait l'objet de forages peu profonds et entièrement carottés lors des campagnes de l'ORSTOM menées par J. Lecolle de 1981 à 1983 (figure 8). Les sites ont été choisis en fonction de leur intérêt scientifique mais aussi de leur accessibilité en fonction des moyens mis en oeuvre.

VII-1-Côte sud-ouest

Dans la région de Nouméa, la côte sud-ouest présente la particularité de posséder un vaste lagon en arrière du récif barrière.

• **Site du platier de Ricaudy (Nouméa)** (figure 9) (planche 1, photo 1): C'est un platier de 300 m de largeur maximale. Au niveau de la partie externe, les Acroporidés branchus et les octocoralliaires prolifèrent. En arrière, on observe des herbiers de phanérogames, des peuplements d'*Halimeda* spp. On trouve également des éponges, des oursins fouisseurs et des Holothuries sur le platier interne. Celui-ci est recouvert en grande partie par des épandages biodétritiques qui constituent en arrière de la partie vivante un léger relief ("levée détritique" *sensu* Battistini *et al.*, 1975). Entre le platier externe et la levée, les rhodolithes s'amoncellent. Parmi les accumulations biodétritiques, on trouve des microatolls de *Porites* arasés. La pente externe, où se développe actuellement la vie corallienne, s'interrompt entre -5,0 / -6,0 m pour constituer un replat avant de plonger vers le fond du lagon jusqu'à environ -20,0 m.

L'éloignement du récif barrière (environ une vingtaine de kilomètres de la côte), et les nombreux îlots coralliens qui parsèment le lagon protègent le platier de ce récif de la houle du large. Seule la partie sud-est et dans une moindre mesure la partie ouest sont exposées aux vents dominants et à l'action de fortes vagues.

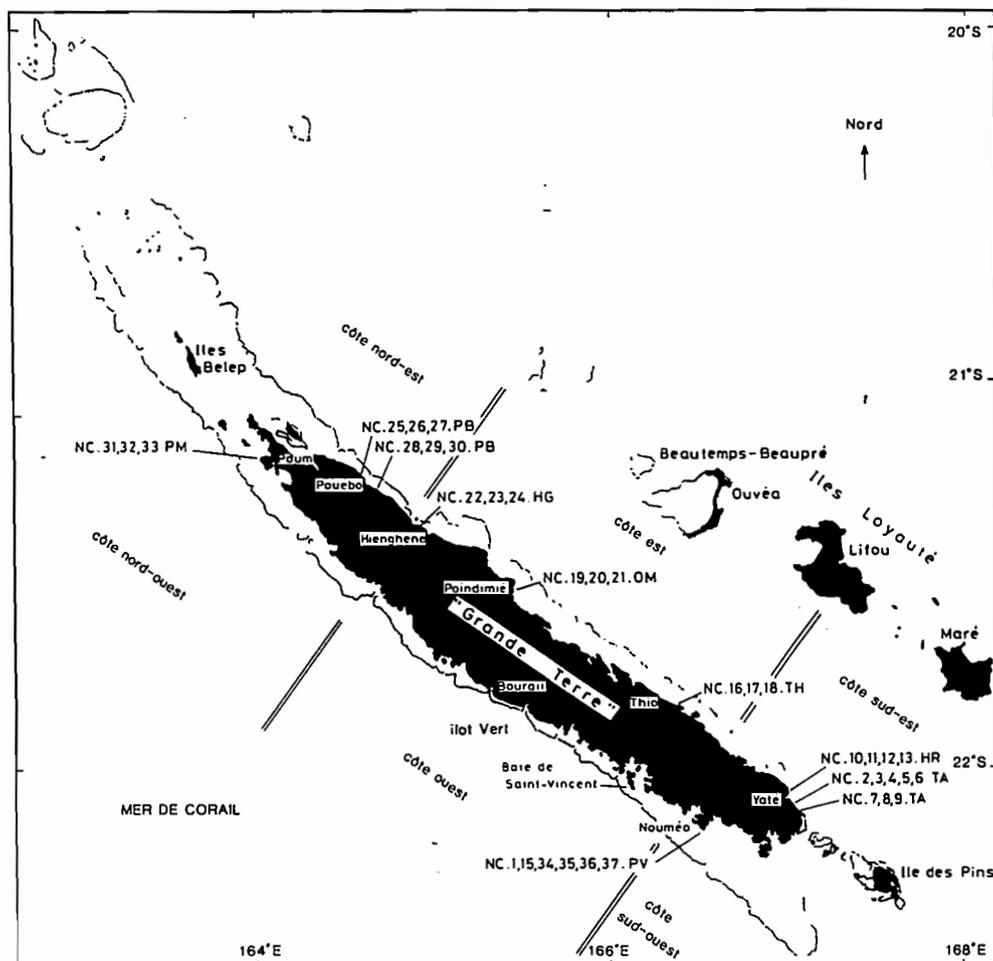
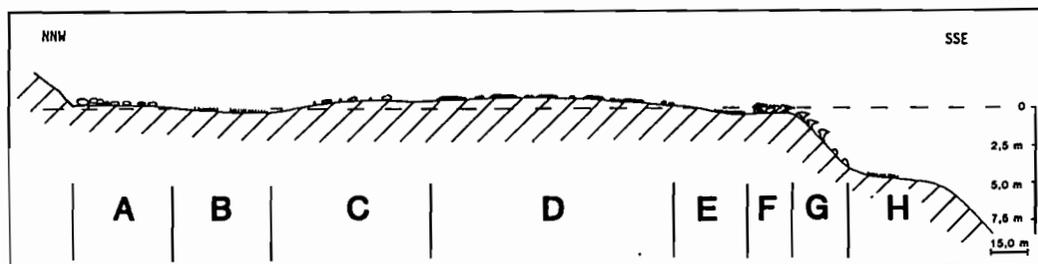


Figure 8 : localisation des carottages des platiers récifaux, effectués sur les côtes sud, est et nord de la Grande Terre

• **Localisation des carottages** : 6 forages carottés ont été effectués sur ce platier (figure 10) : NC.1.PV : 17,50 m ; NC.15.PV : 9,50 m ; NC.34.PV : 14,0 m ; NC.35.PV : 15,0 m ; NC.36.PV : 9,0 m ; NC.37.PV : 14,80 m.

Ces forages ont été implantés le long de 2 radiales : l'une orientée nord-nord-ouest / sud-sud-est de la côte vers le tombant comprend les forages n° 34, 37, 35 et 36 ; l'autre, parallèle au tombant de la pente externe et proche de celle-ci, compte d'est en ouest les forages n° 36, 15 et 1.



- A : platier constitué de blocs épars non coralliens avec des Chama et des patelles ; débris organogènes épars sur le platier
- B : mares résiduelles et herbiers à Phanérogames et algues à Halimeda ; mollusques et échinides fouisseurs sont présents. On note également la présence d'algues brunes.
- C : platier légèrement surélevé portant de nombreux blocs. Les éponges sont nombreuses ainsi que les Holothuries.
- D : platier surélevé portant de nombreux blocs et où de nombreux microatolls de Porites sont présents. Présence de nombreux octocoralliaires et de rares Fungia.
- E : retenue d'eau où se développent des algues brunes et vertes (Halimeda).
- F : platier externe : nombreux coraux branchus (Acroporidae) et quelques octocoralliaires.
- G : pente récifale : nombreux coraux branchus et quelques pâtés coralliens.
- H : herbiers.

Figure 9 : coupe schématique nord-sud du platier du récif frangeant Ricaudy (Nouméa)

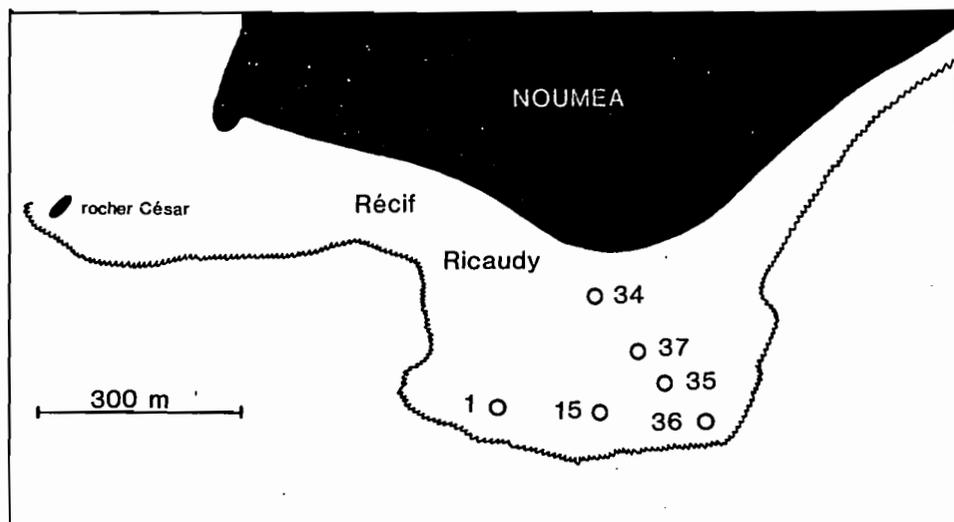


Figure 10 : localisation des carottages effectués sur le récif frangeant Ricaudy (Nouméa)

- **Le substratum** : il n'a pas été atteint au cours de cette campagne de forages mais a été trouvé en 1966 par la SIF (Bachy) à -13,70 m de profondeur (sondage n° R2 pour le compte de la direction de l'aviation civile). L'implantation de ce site n'a malheureusement pu être retrouvée.

VII-2-Côte sud-est :

Dans cette région de la Grande Terre où sont présents des récifs émergés (planche 1, photo 2), 3 sites ont fait l'objet d'une investigation (figure 11). Nous les étudierons du nord au sud.

Les récifs frangeants sur cette côte sont face aux vents dominants (les alizés de sud-est), et le récif barrière est submergé. Ces particularités expliquent les conditions hydrodynamiques locales de mode battu à très battu.

- **Site du "Caillou"** : 4 carottages ont été réalisés sur le platier de ce lieu-dit : NC.10.HR : 21,50 m ; NC.11.HR : 23,0 m ; NC.12.HR : 13,50 m ; NC.13.HR : 9,0 m de profondeur.

Deux forages ont été implantés sur le platier actuel : le n° 11 à proximité de la pente externe actuelle, le n° 10 au fond de la crique au droit de la rivière. Deux autres sur le récif émergé à +6,0 m et distants de 100 m environ l'un de l'autre.

- **Crique de Tara** (planche 1, photos 3, 4 et 5) : 4 des 5 carottages effectués sont utilisables : NC.2.TA : 9,50 m ; NC.4.TA : 5,50 m ; NC.5.TA : 20,50 m ; NC.6.TA : 20,50 m.

Les forages 2 et 6 sont en position externe sur le platier actuel (le n° 2 étant le plus proche de la pente externe actuelle) ; le n° 5 est en position médiane sur le vieux platier près de la formation émergée ; le n° 4 est en position plus interne au fond de la crique de Tara (près de la plage actuelle).

- **Crique de Gouaé** (planche 1, photo 6) : 3 carottages ont été réalisés : NC.7.TA : 12,50 m ; NC.8.TA : 17,50 m ; NC.9.TA : 4,0 m.

Le forage n° 9 est en position externe sur le platier actuel (à proximité de la pente externe actuelle). Le n° 8 est situé près de l'île Noutié (planche 1, photo 6) qui est une relique de récif émergé et le n° 7 a été implanté sur l'ancien platier au fond de cette crique près d'un ruisseau.

- **Le substratum** : sur la côte sud-est, les formations coralliennes sont établies sur des altérites rouges, elles-mêmes reposant sur des roches vertes (péridotites du Grand Massif sud), très altérées au contact et plus saines en profondeur.

L'examen de la carte géologique de Yaté (Trescases et Guillon, 1977) montre l'établissement d'une telle succession en bordure du littoral sud-est. Des massifs vers la côte, on observe : des harzburgites ; des formations d'altération ; des dépôts alimentés par les formations d'altération.

Suivant les sites et les forages, le substratum a été trouvé à des profondeurs différentes : -17,50 m (n° 5) et -18,50 m (n° 6) à Tara ; -14,50 m (n° 10), -17,0 m (n° 11) pour des lieux d'implantation sur le platier actuel et proche du niveau 0 des BMVE, et -6,50 m (n° 12) pour un lieu d'implantation sur le récif émergé du Caillou ; -5,50 m (n° 7) et -6,50 m (n° 8) à Gouaé. On observe

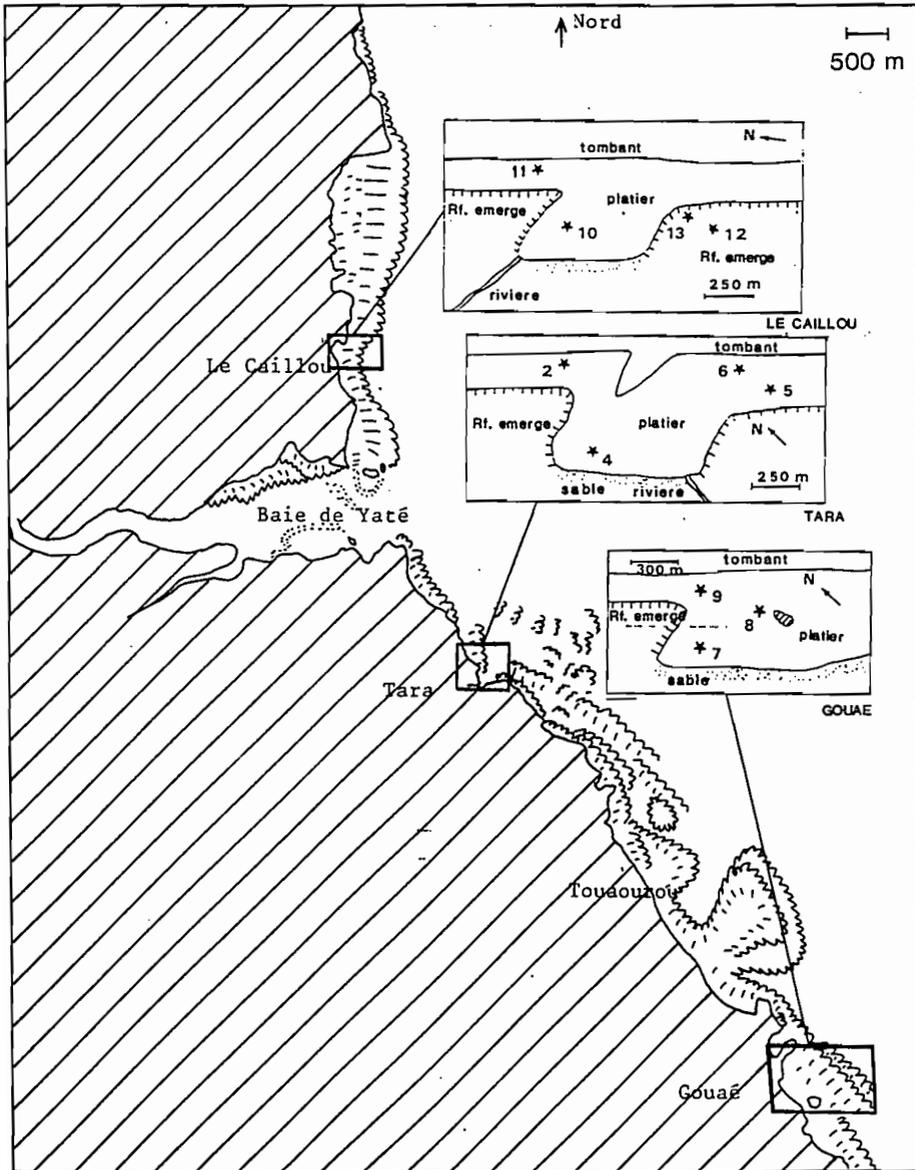


Figure 11 : localisation des carottages effectués sur la côte sud-est sur les sites du "Caillou", de Tara et de Gouaé

donc une remontée du substratum vers le nord, au Caillou et vers le sud, à Gouaé lorsqu'on s'éloigne du site de Tara où le récif émergé atteint son altitude maximum.

VII-3-Côte est :

A/ Forages de Thio :

• **Situation des platiers :** le platier où ont été effectués les carottages 16 et 17 est abrité des vents dominants d'est et de sud-est par la pointe Moara (figure 12) et de la houle du large par un récif intérieur de lagon qui lui est parallèle. Le carottage 18 provient d'un platier voisin, plus exposé aux vents dominants ainsi qu'à la houle du large en raison de l'absence de récifs internes et de la relative proximité du récif barrière (environ 10 km).

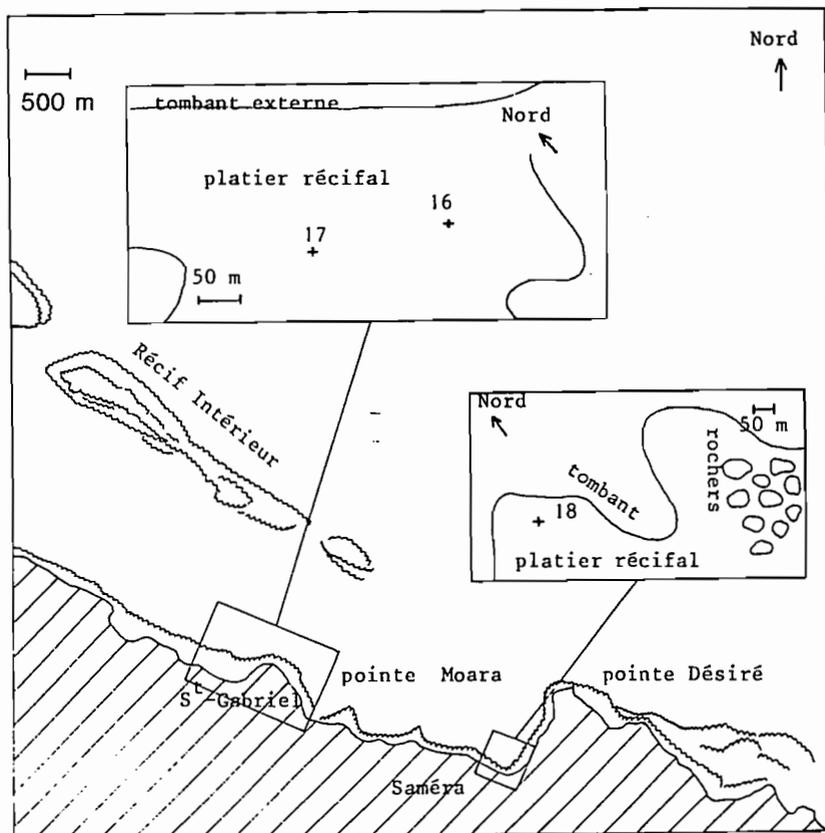


Figure 12 : localisation des carottages effectués à Thio sur les sites de Saint-Gabriel (forages 16 et 17) et de Samara (forage 18)

• Localisation : 3 carottages ont donc été réalisés en 2 sites voisins (figure 12) :

- au lieu-dit "Saint-Gabriel", à l'ouest de la pointe Moara : NC.16.TH : 6,50 m ; NC.17.TH : 5,50 m. Ils ont été implantés à proximité de la pente externe actuelle.

- au sud-est du précédent site, dans une crique entre Saméra et la pointe Désiré : NC.18.TH a atteint le substratum constitué de roches vertes péridotitiques vers -5,0 m.

B/ Forages de Poindimié :

• Situation du platier : les carottages ont été effectués dans un environnement relativement agité, à proximité de la pente externe. En effet, aucun récif interne ne parsème le lagon est (figure 13) entre le récif frangeant ayant fait l'objet des forages et le récif barrière qui est discontinu, moins développé que sur la côte ouest et distant de 10 à 15 km.

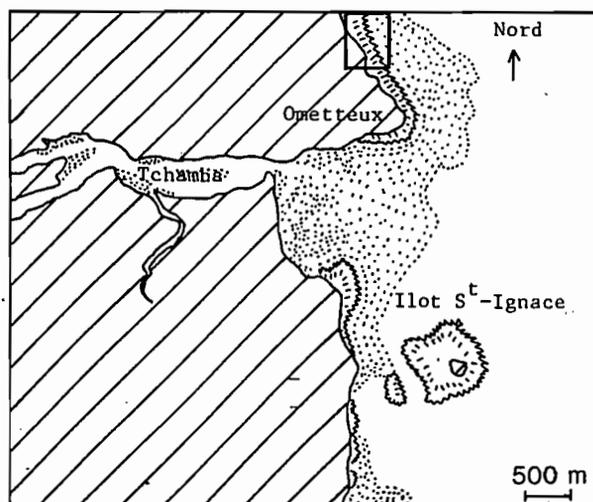
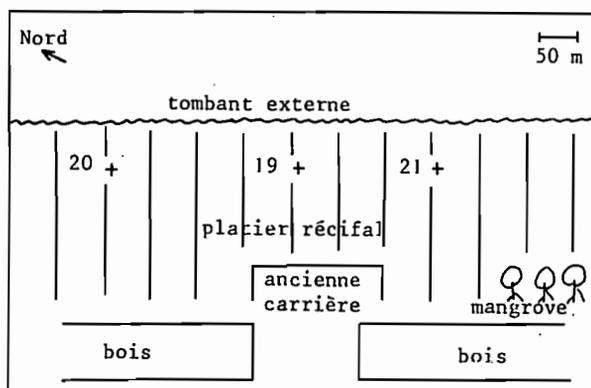


Figure 13 : localisation des carottages effectués à Poindimié sur le site d'Ometteux



• **Localisation** : 3 carottages ont été réalisés près du tombant externe suivant un profil parallèle à celui-ci (figure 13) : NC.19.OM : 7,50 m ; NC.20.OM : 5,50 m ; NC.21.OM : 7,50 m.

• **Le substratum** : il est constitué de siltites et d'arénites appartenant à la formation à charbon sénonienne (Lozès *et al*, 1977, Paris, 1981).

C/ Forages de Hienghène :

• **Situation du platier** : les carottes ont été prélevées sur le platier à proximité de la pente externe. Le récif frangeant se trouve au nord de la localité, face à la passe d'Ouaième (figure 14). A proximité de celle-ci, le récif barrière est discontinu (il est interrompu au droit de cette passe) et proche de la côte. Au sud, il est double et éloigné de la côte et, plus au nord, ce double récif est plus proche du littoral.

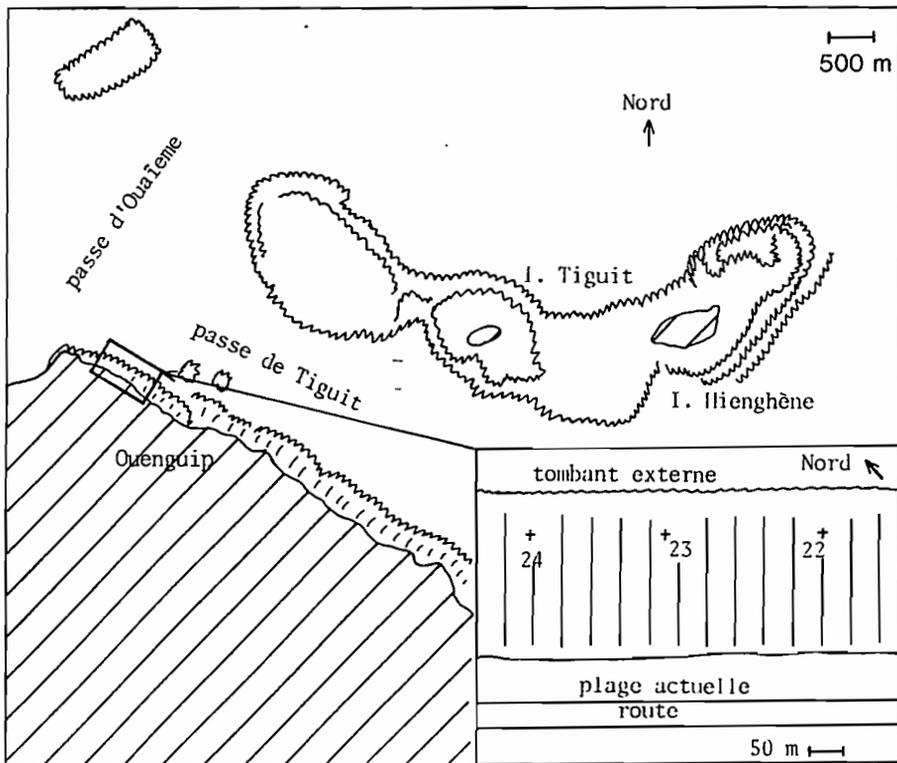


Figure 14 : localisation des carottages effectués à Hienghène sur le site d'Ouenguip

- **Localisation** : 3 carottages ont été réalisés au nord de Hienghène, au droit de la passe de Tiguit (région de Ouenguip) suivant une parallèle au tombant de la pente externe actuelle et au quart de la largeur du platier au tombant (figure 14) : NC.22.HG : 5,50 m ; NC.23.HG : 2,50 m ; NC.24.HG : 8,50 m.

- **Le substratum** : atteint par le seul le forage n° 24, il est constitué par les micaschistes du Mont Panié qui correspondent à la zone de métamorphisme à glaucophane de l'arc septentrional (Carroué, 1971-a).

VII-4-Côte nord-est : région de Pouébo :

- **Situation des platiers** : les 2 sites de forages de Pouébo se localisent sur les platiers à proximité de la pente externe. Dans cette région un récif barrière continu et proche du littoral (en moyenne 5 km de distance) délimite un lagon parsemé de très nombreux récifs internes parallèles au récif barrière (figure 15). Les 2 sites sont donc bien protégés de la houle du large et abrités des vents dominants d'est et de sud-est.

- **Localisation** :

- **Au nord-ouest de la pointe Saint-Mathieu, près du lieu-dit "Saint-Louis"** : 3 carottages ont été réalisés : NC.25.PB : 8,50 m ; NC.26.PB : 11,0 m ; NC.27.PB : 6,50 m.

Les forages 25 et 26 ont été implantés près du tombant de la pente externe actuelle ; le n° 27, plus en retrait, est situé près de la mangrove (figure 16-a).

- **Entre Oubatche et Yambé, face aux passes du Cyclope** : 3 carottages ont été réalisés suivant une parallèle au tombant de la pente externe (figure 16-b) : NC.28.PB : 3,50 m ; NC.29.PB : 3,50 m ; NC.30.PB : 4,30 m.

- **Le substratum** : les récifs sont établis sur des micaschistes qui correspondent aux micaschistes à muscovite du Mont Panié (Carroué, 1971-b).

VII-5-Côte nord-ouest : région de Poum :

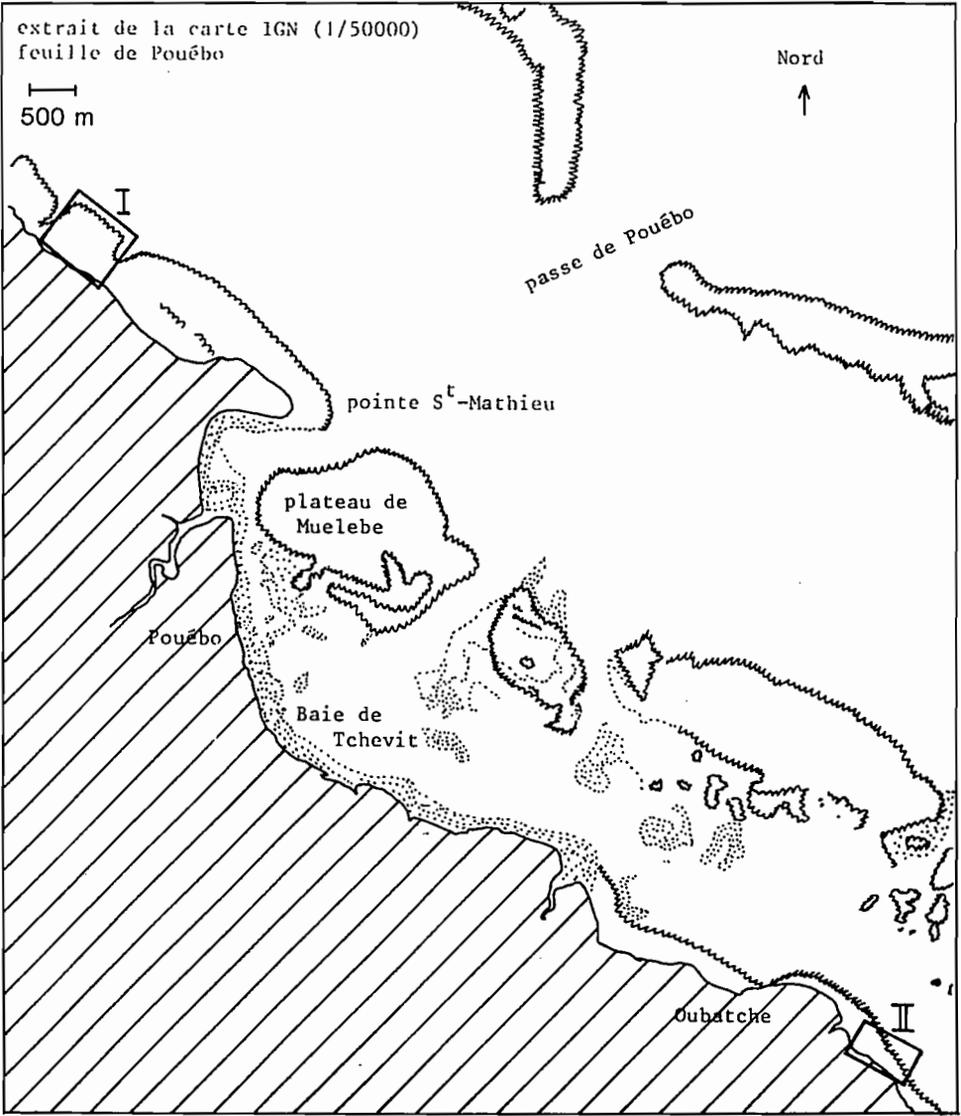
- **Situation du platier** : le platier de Poum, sur la côte nord-ouest est à l'abri des vents dominants d'est / sud-est. Il est partiellement protégé par la présence au large du récif barrière.

- **Localisation** : sur les 3 carottages réalisés, 2 sont utilisables : NC.32.PM : 4,50 m ; NC.33.PM : 5,0 m.

Ces 2 forages ont été implantés près du tombant de la pente externe (figure 17).

- **Le substratum** : dans le le forage n° 32, il est constitué d'argilites couleur lie de vin qu'Espirat et Millon (1971) ont signalé dans le sud-ouest de l'île Baaba. Ces argilites appartiennent à la formation volcanique de Poya et sont associées à la masse serpentiniteuse qui constitue le littoral de Poum.

Dans le forage n° 33, il est constitué d'alluvions fluviales et côtières récentes (Espirat et Millon, 1971).



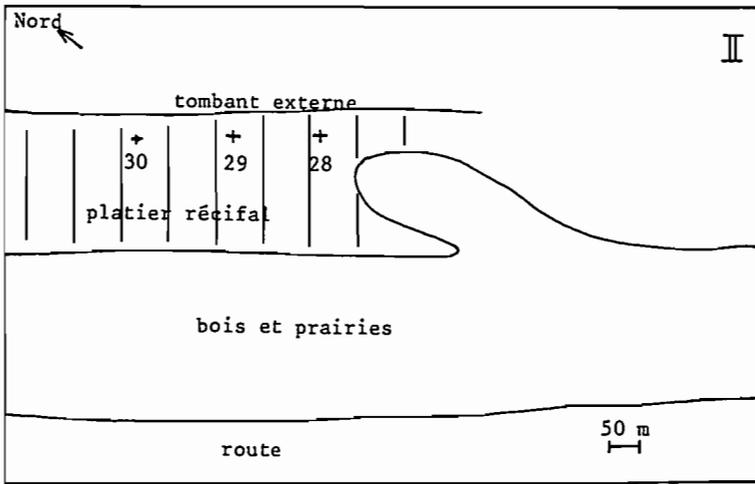


Figure 15 : localisation des carottages effectués à Pouébo près d'Oubatche

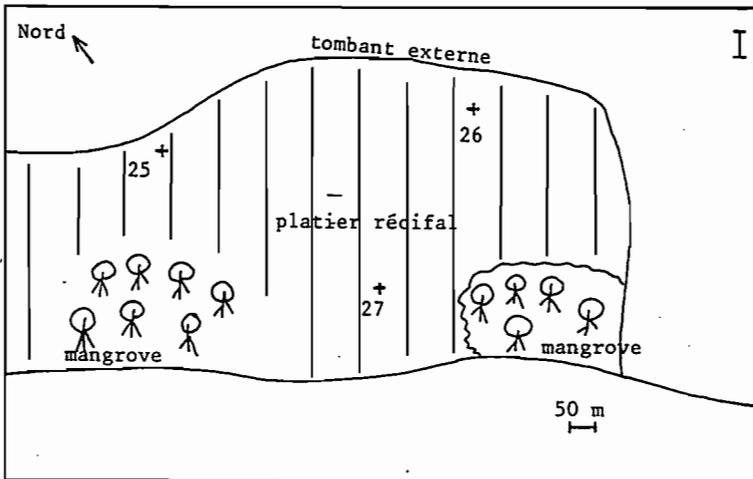


Figure 16 : localisation des carottages effectués à Pouébo près de la pointe Saint-Mathieu

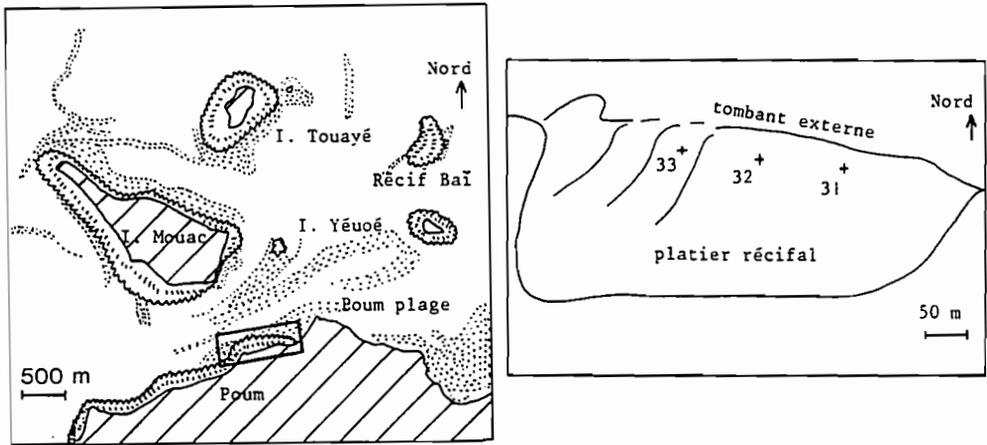


Figure 17 : localisation des carottages effectués à Poum

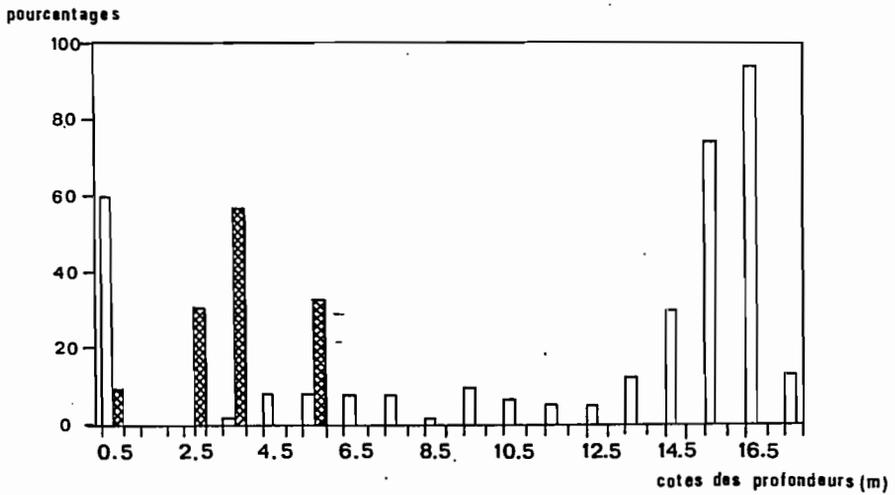
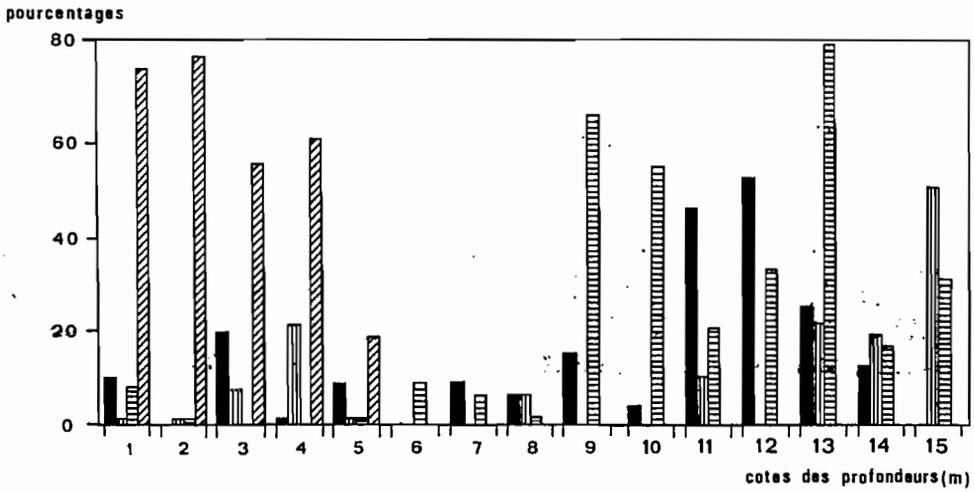
VIII-Matériel et méthodes d'études :

• **Le matériel étudié :** la foreuse utilisée, une Winkie rock drill possède un train de tiges de 60 mm de diamètre et un carottier de 45 mm de diamètre. Les échantillons récupérés correspondent à des carottes entières ou fragmentées, constituées de coraux ou de biocalcarénites, de passées sableuses et de débris bioclastiques (débris de coraux branchus et de mollusques). En règle générale, les forages, sauf incidents, ont atteint le substratum. Les cotes des profondeurs sont données à partir du point 0 du forage et non du niveau 0 des Basses Mers de Vives Eaux (BMVE). La description lithologique des carottes a été effectuée de haut en bas des forages.

• **Le taux de récupération (T.R.) :** il varie dans les forages et il est donc important de connaître les caractéristiques du matériel étudié, car un taux faible peut indiquer la présence d'une cavité intra-récifale ("porosité") ou une non-récupération de matériel (fins débris ou sables, ...). Les taux de récupération des forages des sites qui sont reportés en annexe sont fonction de plusieurs facteurs (Pierson et Shinn, 1985 ; Aissaoui, 1986) :

- Le type de foreuse employée et la méthode de récupération : les forages s'effectuent par injection d'eau en continu, ce qui a pour conséquences la fragmentation des sédiments très friables, la non-récupération de certaines passées biodétritiques et celle de certains sables bioclastiques qui sont alors entraînés (lorsque le carottier rencontre une poche de sable importante, il peut se bloquer et le forage doit être interrompu).

- La forte porosité dans les récifs : l'action des courants et la croissance



- | | |
|---------|---------|
| NC 1PV | NC 35PV |
| NC 15PV | NC 37PV |
| NC 34PV | NC 36PV |

Figure 18 : taux de récupération des carottages effectués sur le récif Ricaudy à Nouméa

différentielle des constructeurs coralliens provoquent une mégaporosité (Battistini *et al.*, 1975, Montaggioni, 1977).

- Le degré de lithification : le taux de récupération sera d'autant plus grand que la roche est fortement cimentée. Pierson et Shinn (1985) ont enregistré de faibles taux de récupération pour du matériel friable ou non cimenté.

L'exemple des forages du site de Ricaudy illustre ce problème (figure 18) : dans les 4 à 6 premiers mètres, une partie des carottes renferme des organismes constructeurs primaires (scléractiniaires et Corallinacées) constituant une trame massive. C'est le cas des passées à *Porites* pour lesquelles les taux de récupération sont élevés (exemple du forage n° 36). D'autres renferment des débris biogéniques partiellement lithifiés. Dans la partie inférieure, le taux de récupération est plus élevé, car les sédiments sont lithifiés.

Les taux de récupération varient également en fonction de la position des sites de forages sur le platier : les carottages les plus externes 1, 15 et 36 ont des T.R. très élevés dans les premiers mètres (plus de 50%). Le T.R. augmente également d'ouest en est, ce qui peut résulter de conditions hydrodynamiques particulières propices au développement de la trame bioconstruite et à la cimentation marine. Les carottages les plus internes 35, 37 et 34 ont des T.R. faibles dans les premiers mètres, et plus élevés à partir de -9 / -10 m en raison de la diagenèse.

- **La couleur :** La teinte du matériel carotté donne des indications très utiles sur les conditions de dépôt et l'évolution des sédiments. Une couleur gris-bleu signe des milieux réducteurs ; c'est le cas des premiers mètres des carottages effectués sur le platier du récif frangeant Ricaudy ou des premiers mètres des forages de la côte nord. La couleur blanche caractérise les milieux oxygénés de mode relativement agité ou bien des sédiments intensément lessivés par les eaux douces. Les fragments carbonatés "décolorés" sont trouvés sous les carottes colorées en gris-bleu. La teinte brunâtre indique des phénomènes de rubéfaction (Coudray, 1976) ; elle concerne les échantillons de la côte sud-est et ceux de la partie inférieure des forages de Ricaudy.

- **Les méthodes d'études :**

Les analyses diffractométriques : elles ont pour objet la détermination des minéraux carbonatés. Les échantillons sont réduits en poudres par broyage à sec sur roche totale ou sur un constituant isolé pendant quelques minutes. En effet, un broyage de calcite excédant 30 minutes verrait l'apparition d'aragonite (Burus et Bredig, 1956 *in* Froget, 1974 et Montaggioni, 1978). Un étalon interne est rajouté. L'aragonite se caractérise par la position accolée des 2 pics (111) et (021) respectivement à 13°12 et 13°63. Le pic principal de la calcite (104) se situe à 14°70, celui de la calcite magnésienne aux environs de 14°90 (*in* Repellin, 1977). L'analyse diffractométrique ne permet pas de définir la minéralogie de constituants particuliers (bioclastes et ciments). Aussi utilise-t-on les colorations sélectives.

Les colorations sélectives : les méthodes de colorations sélectives caractérisées par leur facilité de mise en oeuvre et d'utilisation (Froget, 1974, Repellin, 1977, Montaggioni, 1978, Buigues, 1982) permettent de distinguer les minéraux carbonatés (calcite faiblement ou non magnésienne, calcite fortement magnésienne, aragonite, dolomite) en lame mince et sur plaque

polie :

- La coloration à l'alizarine en solution acide (Friedman, 1959) discrimine la dolomite qui ne se colore pas de la calcite et aragonite qui deviennent rouge pourpre. L'intensité de la teinte est fonction de la teneur en magnésium (Montaggioni, 1978).

- La solution de Feigl (Friedman, 1959) colore l'aragonite en noir, les autres minéraux carbonatés restant incolores ;

- La coloration au jaune titane (Choquette et Trusell, 1978) met en évidence la calcite magnésienne qui, seule se colore ; l'intensité de la couleur, fonction du taux de magnésium, varie du rouge profond (calcite fortement magnésienne) au rose-pâle (calcite faiblement magnésienne) (Friedman, 1959, Choquette et Trusell, 1978) ;

Les comptages de points : c'est une technique qui consiste à "balayer" la surface d'une lame mince afin d'en déterminer la composition la plus exacte possible (Hutteau, 1970) et de visualiser les principales caractéristiques (sédimentologiques, paléocéologiques) trouvées en forages.

La mesure "grain-solid" habituellement utilisée dans l'analyse des microfaciès (Flügel, 1982) a été choisie : les pores intraparticulaires sont comptabilisés dans la catégorie "porosité" et non dans celle de la catégorie correspondant à la particule (mesure "grain-bulk") (Dunham, 1962). Selon la méthode établie par Bouchard (1986), le nombre de points comptés est de 400 avec un intervalle de 1/3 mm ; 5 passages de 80 points ont été nécessaires. Les catégories choisies renferment à la fois des constituants bioclastiques et non bioclastiques :

- * La phase bioclastique (organismes) : coraux ; algues rouges encroûtantes ou non ; algues vertes *Halimeda* ; bryozoaires ; mollusques (lamellibranches et gastéropodes) ; échinodermes ; foraminifères benthiques (y compris les encroûtants) ; spicules d'alcyonaires ; autres spicules (Didemnidés, éponges) ;

- * La phase non bioclastique : oxydes et minéraux détritiques ; micrite indifférenciée : elle regroupe la matrice micritique, le ciment "micritique" et les sédiments internes (ces composants sont parfois peu ou pas dissociables comme l'indique Montaggioni (1977)) ; ciments microsparitiques et sparitiques ; ciments aragonitiques ; porosité et artéfacts

- * Les indéterminés qui regroupent les bioclastes non déterminables ou en très petits débris non reconnaissables.

La validité des proportions relatives de chaque constituant a été testée en calculant l'intervalle de confiance à 5 % de risque soit en utilisant la formule suivante (Montaggioni, 1978) : $p = p^{\circ} \pm E(p^{\circ}q^{\circ}/n)^{1/2}$ où p = pourcentage d'une catégorie donnée de constituants ; E = coefficient, fonction du risque (=1,96 à 5% de risque) ; $q^{\circ} = 100\% - p^{\circ}\%$ et n = nombre de points comptés (400 points) ; soit en utilisant la charte de Plas et Tobi, 1965 (*in* Flügel, 1982).

La méthode a cependant des limites :

- 1) Certains constituants ont été regroupés en une seule catégorie en raison de leurs affinités (ciments microsparitiques et sparitiques) ou de différenciation difficile (la catégorie "micrite indifférenciée" comporte aussi bien le ciment ou la matrice que les sédiments internes).

- 2) Le choix de la méthode : la méthode "grain-solid" ayant été utilisée, certaines catégories ne rendent pas compte de leur importance, notamment celles où les bioclastes montrent de nombreux vides intrasquelettiques ou des cimentations.

- 3) La fragmentation joue un rôle non négligeable car elle peut rendre

difficile la détermination du bioclaste dans les petites dimensions.

4) L'état d'altération des bioclastes : les algues rouges dont le tissu cellulaire peut se dégrader en structure non organisée sont peu reconnaissables ; les petits débris, entièrement recristallisés, sont difficilement déterminables ; des cavités de dissolution peuvent avoir été la "trace" d'un bioclaste.

5) Les artéfacts : la préparation des échantillons (indurations) peut entraîner des phénomènes d'arrachement du fait de duretés différentielles.

Les résultats sont reportés sur des courbes où les pourcentages sont cumulés (Fediaevski, 1963). Comme le précise Fediaevski, ces courbes sont avant tout un outil de corrélation quand la microstratigraphie fait défaut et qu'on possède un grand nombre d'informations. Elles permettent également de caractériser chaque type de faciès et d'individualiser chaque forage en fonction de sa position sur le platier.

Les analyses statistiques : les études classiques permettent de distinguer les associations caractéristiques. Les analyses statistiques (analyse hiérarchique des variables et des échantillons ; analyse factorielle des correspondances = A.F.C. ; analyse factorielle en composantes principales = A.C.P.) apportent des renseignements complémentaires dans la discrimination des environnements de dépôt (Blanc *et al.*, 1980, Montaggioni et Mahé, 1980, Gabrié, 1982). Un traitement statistique des données quantitatives a été effectué sur 2 forages caractéristiques (forage 6 : récif de Tara et forage 11 : récif du Caillou) où les taux de récupération ont permis un échantillonnage serré et significatif dans le cas de l'étude statistique.

Analyse hiérarchique : à partir des matrices de corrélation, des grappes de variables et d'échantillons sont groupées en fonction des plus forts coefficients de corrélation (Blanc, 1978, Fénélon, 1981). Des corrélations très étroites sont mises en évidence, permettant d'établir des groupements de faciès (analyse en mode Q) ou de variables (analyse en mode R).

Analyse factorielle des correspondances : c'est une méthode où les espaces des échantillons et des variables sont projetés simultanément sur un même plan factoriel. A partir d'un tableau de données où les variables sont en colonnes et les échantillons en lignes, on calcule successivement la matrice de corrélation Q et R puis la distance du "Khi-deux" (Benzécri, 1973, Guillaume, 1977, Blanc, 1978).

Analyse en composantes principales : contrairement à l'analyse factorielle des correspondances, les distances utiles dans cette analyse sont euclidiennes.

Lavages et tris de la microfaune : les sables calcaires, relativement bien compactés, ont été dissociés dans une solution aqueuse additionnée d'eau oxygénée à 110 volumes afin d'éliminer la matière organique. Après lavage sous jet d'eau modéré, ils ont été tamisés et 2 fractions ont été récupérées : grossière (tamis de maille 0,250 mm) et fine (tamis de maille 0,063 mm). Les résidus contiennent une fraction bioclastique importante (scléractiniaires, algues calcaires, piquants d'oursins, bryozoaires, spicules d'alcyonaires et d'éponges, mollusques, ...) et une microfaune essentiellement composée de foraminifères et d'ostracodes.

LITHOLOGIE ET STRATIGRAPHIE

I-Introduction :

Cette partie est consacrée à la description sommaire des forages et la distinction des grandes unités lithologiques (les logs détaillés de chaque forage sont reportés en annexe). Les résultats permettront de connaître la structure interne des récifs frangeants de la Grande Terre, notamment en ce qui concerne leur stratigraphie non établie à ce jour.

II-Description des forages :

II-1-Forages du récif frangeant Ricaudy (figure 19) :

Forage NC.1.PV : les faciès se répartissent en 4 unités :

1/ De 0 à -5,50 / -6,0 m, construction corallienne constituée d'une colonie de *Porites* avec nombreuses cavités de bioérosion, débris de coraux massifs et branchus encroûtés ou non par des algues rouges provenant de constructions coralliennes *in situ* ou de leur démantèlement ; la surface est gris-bleutée.

2/ De -5,50 / -6,0 à -13,50 m, débris de coraux branchus plus ou moins altérés et biocalcarénite avec parfois passées de coraux massifs.

3/ De -13,50 à -17,0 m, biocalcarénite, blanche et compacte avec abondants débris de coraux branchus souvent très altérés et parfois à l'état de moules internes.

4/ De -17,0 à -17,50 m, construction corallienne massive de Poritidés altérés.

Forage NC.34.PV : les faciès se répartissent en 2 unités :

1/ De 0 à -4,0 m, les débris coralliens massifs (*Porites*) et les débris de coraux branchus parfois usés et roulés dominent. Ils peuvent être encroûtés par des algues rouges. Les sédiments ont une couleur gris-bleuté. Entre -3,0 à -4,0 m, présence de rares débris terrigènes et d'une croûte calcaire laminée.

2/ De -4,0 à -14,0 m, les biocalcarénites riches en mollusques et débris de coraux branchus Acroporidés (encroûtés par des algues rouges) sont les faciès dominants. Leur couleur d'abord blanche (les organismes ont un aspect poudreux) devient brune. De nombreuses cavités sont dues à l'action des lithophages dont beaucoup sont encore en place. A partir de -9,0 m, on voit à côté de squelettes d'aspect poudreux, des moules de gastéropodes puis plus bas de coraux branchus, signant des phénomènes de dissolution.

Forage NC.35.PV : il est caractérisé par 3 types de faciès qui se répartissent en 2 unités :

1/ De 0 à -4,0 m : débris de coraux massifs avec de nombreuses cavités (dues à la bioérosion) et branchus encroûtés par des algues rouges et des foraminifères. La couleur des sédiments est gris-bleuté. On observe des sables calcaires bioclastiques bleus.

2/ De -7,0 à -15,0 m, très nombreux débris de coraux branchus encroûtés par des algues rouges, mais aussi des bryozoaires, serpulides, et biocalcarénite

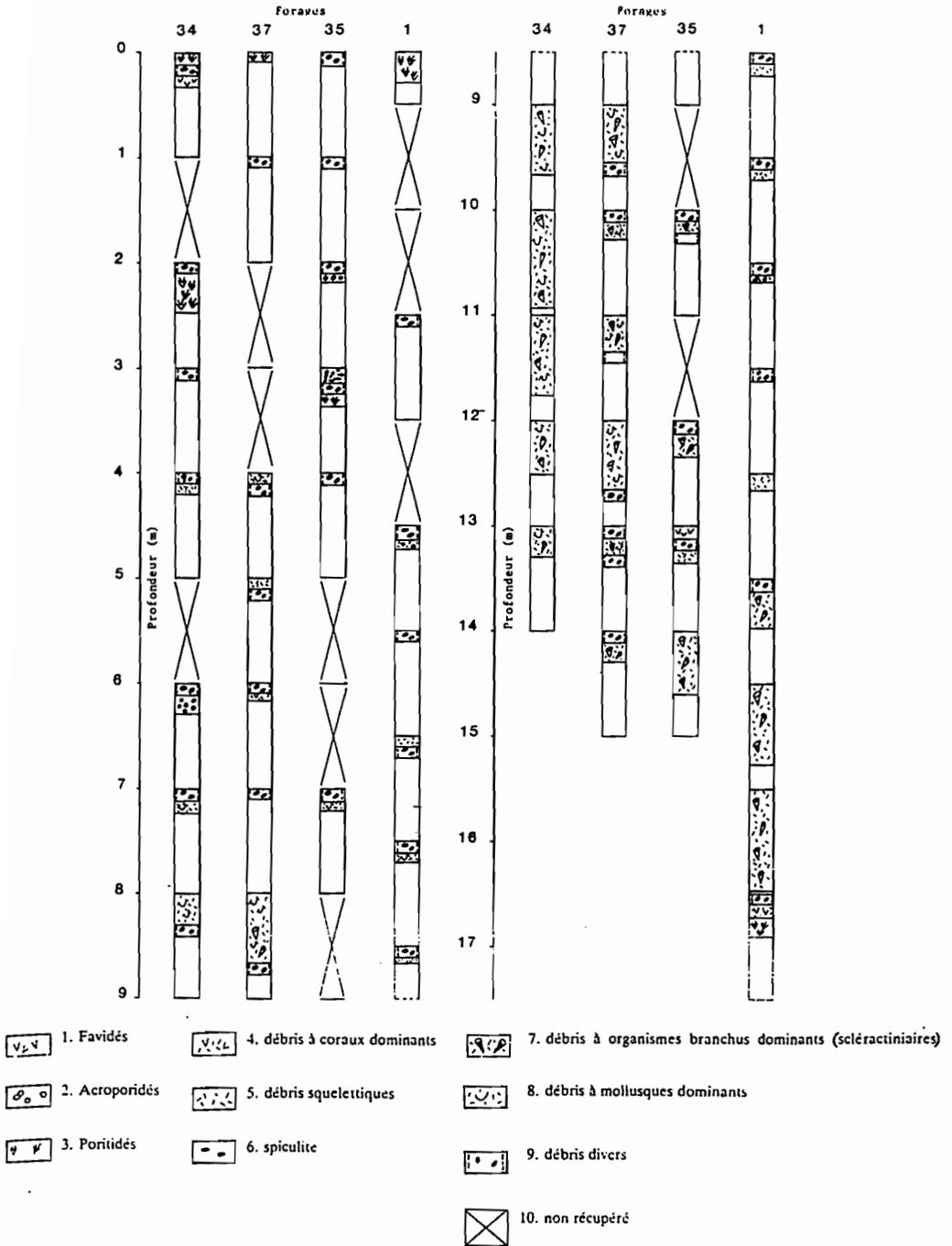


Figure 19 : logs des forages effectués sur le récif Ricaudy

d'aspect crayeux et de couleur blanche à éléments grossiers à moyens avec abondants débris de gastéropodes et de coraux. On note la présence de rares débris de colonie corallienne massive (Faviidés). Les débris de coraux branchus, de plus en plus altérés (aspect poudreux puis moules internes) avec la profondeur, donnent à la roche un aspect crayeux.

Forage NC.36.PV : 2 unités ont été reconnues :

- 1/ de 0 à -5,0 m, construction corallienne massive de *Porites*.
- 2/ de -5,0 à -9,0 m, biocalcarénite riche en débris coralliens branchus.

Forage NC.37.PV : il est caractérisé par 3 types de faciès répartis en 2 unités :

1/ De 0 à -5,0 m, construction corallienne massive de *Porites* avec traces de perforations et accumulation de débris de coraux branchus et débris de coraux massifs encroûtés ou non par des algues rouges. Les bioclastes montrent une couleur gris-bleutée. Entre -4,0 et -5,0 m, on note la présence d'une croûte calcaire plus ou moins laminée.

2/ De -5,0 m à la base du forage, biocalcarénite à éléments généralement grossiers avec abondants débris de mollusques (gastéropodes), d'algues rouges et de coraux branchus. A partir de -7,0 m, les squelettes coralliens deviennent crayeux et la biocalcarénite prend une teinte de plus en plus ocre. A partir de -11,0 m, de très nombreuses cavités sont des moules internes d'organismes (nombreux débris coralliens).

Conclusion : les profondeurs atteintes s'échelonnent entre -14 et -17,50 m ; 3 types de faciès caractérisent les forages du récif Ricaudy (figure 19) :

- faciès constitué par des coraux massifs *in situ* ou leurs produits de démantèlement ;
- faciès constitué par des débris de coraux branchus très souvent encroûtés par des algues rouges ;
- faciès constitué par une biocalcarénite à éléments généralement grossiers avec abondants débris de mollusques et de coraux branchus.

Ces faciès se répartissent en 2 grandes unités, parfois séparées par une croûte calcaire :

1/ partie supérieure des forages (de 0 à -4,0 ou -6,0 m) : les constructions coralliennes massives et les algues rouges dominent mais 2 phases se superposent : la première caractérisée par des débris bioclastiques divers ; la seconde, par des constructions coralliennes massives. Ce même type d'édification a été retrouvé dans un récif d'âge holocène de la Grande Barrière récifale australienne (Johnson *et al.*, 1984).

2/ partie inférieure des forages (de -4,0 ou de -6,0 m à la base) : débris de coraux branchus et biocalcarénite. Les assemblages sont constitués de coraux branchus, algues rouges branchues, mollusques (dont nombreux gastéropodes), échinodermes et grands foraminifères.

La couleur du matériel permet d'établir également une subdivision :

- dans la partie supérieure, un ensemble clair gris-bleuté, de -4,50 à -6,50 m pour le forage 1 ; de 0 à -4,0 m pour le 34 ; de -1,0 à -5,0 m pour le 35 ; de -1,0 à -7,0 m pour le 37. Cette teinte, commune dans les sédiments actuels de lagon indique un milieu réducteur ; il faut noter qu'elle est souvent associée à des encroûtements d'algues rouges et qu'une réduction de la matière organique contenue dans ces organismes a pu se produire.

- dans la partie moyenne, un ensemble blanc-laiteux, absent dans le forage

34, mais identifié : de -6,50 à -9,50 m pour le 1 ; de -7,0 à -8,0 m et de -10,0 à -11,0 m pour le 35 ; de -6,0 à -8,0 m pour le 37.

- dans la partie inférieure, un ensemble blanc se rubéifiant progressivement avec la profondeur : à partir de -9,50 m pour le forage 1 ; -7,0 m pour le 34 ; -12,0 m pour le 35 ; -8,0 m pour le 37.

II-2-Forages de la crique de Tara (figure 20) :

Forage NC.2.TA : il est caractérisé par 3 faciès se regroupant en 2 unités :

1/ De 0 à -2,75 m et de -6,40 à -8,50 m, construction à sclérectiniaires massifs et algues rouges encroûtantes associées à des gastéropodes Vermetidés et accumulation à débris de coraux branchus surtout entre -6,50 et -8,50 m. Les débris coralliens peuvent être bioérodés (cavités de lithophages). On observe des remplissages géotropes dans les loges coralliennes et entre les débris coralliens et algaires.

2/ De -2,75 m à -6,40 m, biocalcarénite constituée par l'accumulation de bioclastes divers (algues rouges, *Halimeda*, ...). Dans ces faciès d'accumulation, on note l'apparition d'une importante cimentation de calcite faiblement magnésienne, de bioclastes très altérés (remplacés par de la calcite faiblement magnésienne) et l'existence de plusieurs générations de ciments remplissant les cavités.

Forage NC.4.TA : il se caractérise par sa pauvreté en bioclastes et sa faible diversité en coraux. Il montre surtout des faciès d'accumulation et de démantèlement d'édifices coralliens (débris de coraux massifs d'Acroporidés et de Faviidés encroûtés par des algues rouges et des foraminifères) et à sa base un sable calcaire bioclastique.

Forage NC.5.TA : sur toute sa longueur, le matériel issu de ce forage montre des figures d'altération par les eaux douces ; il reste homogène au plan de la composition faunistique et floristique. On trouve une biocalcarénite constituée de Corallinacées, *Halimeda*, mollusques, échinodermes, foraminifères, et rares débris coralliens où s'intercalent des niveaux de sclérectiniaires ou des encroûtements d'algues rouges. On remarque entre -3,50 et -7,0 m, de nombreux grains opaques et, localement, un enrichissement en certains types de bioclastes.

Forage NC.6.TA : les faciès se caractérisent :

1/ De 0 à -4,60 m, par des débris d'Acroporidés massifs (avec parfois des traces de lithophages) et algaires (algues rouges encroûtantes), associés à des gastéropodes Vermetidés et des biocalcarénites à biocalcirudites à gros débris débris coralliens et de mollusques plus ou moins abondants. A -4,60 m, une surface de karstification marque une discontinuité majeure.

2/ De -4,60 à -18,50 m, par une biocalcarénite constituée de Corallinacées, *Halimeda*, mollusques, échinodermes et foraminifères. On peut noter la présence de niveaux riches en coraux et des abondances locales en certains types de bioclastes (entre -10,50 et -12,50 m, les *Halimeda* dominent, entre -12,50 et -14,0 m, les mollusques et entre -12,50 et -16,0 m, les foraminifères). Entre -12,0 et -14,70 m, présence d'abondants minéraux opaques.

Corrélations entre les forages 2 et 4 : dans le forage 2 (en position

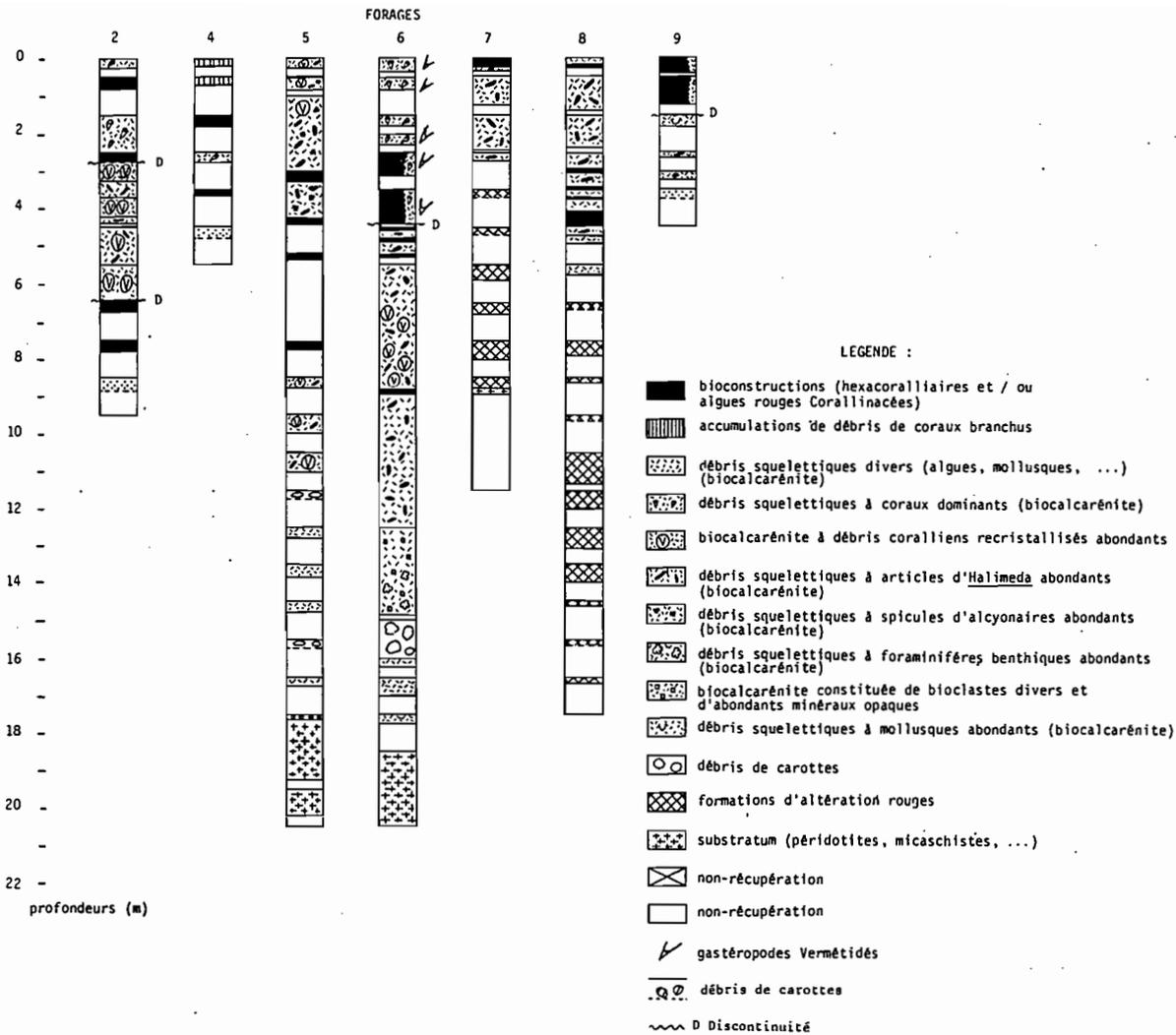


Figure 20 : logs des forages effectués sur les récifs de Tara et de Gouaé

plus externe sur le platier), les faciès bioconstruits indiquent une production *in situ* en milieu hydrodynamique agité. Un bloc de biocalcarénite interstratifié provient du démantèlement de la terrasse récifale. Dans le forage 4, au bas de cette terrasse, les épandages biodétritiques de coraux branchus plus ou moins roulés et usés proviennent d'une aire de production en position plus externe. Une passée de sable calcaire bioclastique, renfermant à quelques exceptions près les mêmes espèces de foraminifères permet d'établir une corrélation entre les cotes -4,50 m du forage 4 et -8,50 m du forage 2 :

	forage 2	forage 4
Amphisteginidés	23%	14%
Calcarinidés	31%	45%
Elphidiidés	4%	5%
Quinqueloculines	7%	11%

ces variations quantitatives sont liées aux répartitions différentes des aires de production et de dépôt. Ainsi, l'association du forage 4, à proximité de la plage actuelle, est en arrière de la zone présumée de production, alors que celle du forage 2 (plus riche en espèces avec des individus peu usés et de nombreuses espèces d'herbiers) en est probablement plus proche.

Corrélation entre les forages 5 et 6 : des différences apparaissent dans les forages 5 et 6 : dans le forage 6, le plus externe, les faciès montrent la succession de 2 unités récifales d'âge différent, séparées par une discontinuité d'origine karstique. L'enrichissement en coraux et algues rouges encroûtantes dans la partie supérieure du forage 5 serait lié à la proximité d'une zone constructrice. Dans le forage 6 et la partie inférieure du forage 5, on constate une augmentation de la teneur en mollusques, foraminifères benthiques, algues rouges et *Halimeda*, mais dans le forage 5, le pourcentage de la plupart des constituants bioclastiques décroît au profit de celui des débris coralliens.

Corrélation entre les forages 2, 4 et 6 : les faciès des forages 2 et 4 et ceux de la partie supérieure du forage 6 sont caractérisés par la présence de sclérectiniaires massifs et / ou algues rouges et par des accumulations de débris coralliens branchus et bioclastiques variés provenant du démantèlement de peuplements algaires.

Conclusion : les forages du récif frangeant de Tara sont caractérisés par 2 unités récifales séparées par une discontinuité majeure (surface de karstification) (figure 20) : dans la partie supérieure des forages 2 et 6 et la totalité du forage 4, les faciès à coraux massifs et / ou algues rouges encroûtantes et les faciès à débris de coraux branchus dominant. Dans le forage 5 et la partie inférieure des forages 2 et 6, ils sont remplacés par des biocalcarénites à algues rouges, *Halimeda*, mollusques, échinodermes et grands foraminifères ; la rubéfaction y est importante.

II-3-Forages du site de Gouaé (figure 20) :

Forage NC.7.TA : les faciès présentent des figures d'altération d'origine météorique dans toute la formation récifale. Une homogénéité apparente (biocalcarénites constituées d'algues rouges, *Halimeda*, mollusques, ... et rares débris coralliens) résulte d'un même phénomène d'accumulation, sauf au sommet du forage correspondant à une relique de construction corallienne.

On constate également une pauvreté en algues rouges encroûtantes.

Forage NC.8.TA : là encore la formation récifale est caractérisée par des biocalcarénites à algues rouges et vertes et mollusques. De rares débris coralliens (remplacés par de la calcite) sont présents et le matériel montre d'évidentes figures d'altération

Forage NC.9.TA : il est caractérisé par 2 unités séparées par une discontinuité majeure (surface de karstification) :

1/ un faciès de démantèlement de constructions coralliennes, surtout présents entre 0 et -1,50 m, où une biocalcarénite à débris coralliens, algues rouges et mollusques alterne avec des débris coralliens (Faviidés et Acroporidés) et algaires (algues Corallinacées). On peut également noter la présence d'accumulations de coraux branchus et de mollusques.

2/ un faciès d'accumulation d'éléments algaires, présent dans la partie supérieure (0 / -1,50 m) mais également la partie inférieure (-1,50 / -3,50 m) où des phénomènes diagénétiques subaériens se sont manifestés.

Corrélations entre les forages 7, 8 et 9 : dans le forage 7, de 0 à -2,50 m et dans le forage 8, de 0 à -3,50 m, les associations sont similaires ; elles sont composées d'algues rouges, *Halimeda* relativement abondantes et parfois de débris coralliens ainsi que de rares échinodermes. Les foraminifères benthiques sont représentés par des milioles dont des *Marginopora vertebralis* entières à fragmentées et rares *Alveolinella quoyi*, des Calcarinidés et des Amphisteginidés. Cependant, les foraminifères sont plus nombreux dans le forage 7 que dans le forage 8, en position plus externe. De plus, les Soritidés, entiers ou peu brisés dans le forage 8, sont très fragmentés dans le forage 7, d'où la haute probabilité d'un transfert des zones externes vers les zones les plus internes. Dans le forage 8, entre -3,50 et -6,0 m, l'association composée de très abondants foraminifères benthiques (Calcarinidés de plus en plus nombreux avec la profondeur, Amphisteginidés, débris de *Marginopora* et présence de Glabratellidés) est sans équivalent dans les forages 7 et 9 et constitue l'un des premiers stades de la colonisation récifale avec installation de peuplements végétaux riches en microfaune épiphyte.

Conclusion : les faciès observés dans ces 3 forages peuvent se regrouper en 2 grandes catégories (figure 20) : (1) faciès de démantèlement de constructions coralliennes : partie supérieure du forage 9 et rares passées intercalées dans les autres forages ; (2) faciès d'accumulation constitués en général de débris de Corallinacées, *Halimeda*, mollusques et foraminifères, dont les proportions varient d'un forage à l'autre et d'une cote-profondeur à une autre. Seul le forage 9 révèle une discontinuité majeure marquée par des changements d'ordre biologique et diagénétique.

II-4-Forages du site du "Caillou" (figure 21) :

Forage NC.10.HR : il met en évidence 2 unités superposées :

1/ De 0 à -0,50 m, débris de bioconstructions coralliennes encroûtés par des algues rouges, associées à des gastéropodes Vermetidés. Des accumulations organiques sont également présentes ;

2/ De -0,50 m à la base, biocalcarénites constituées de Corallinacées, *Halimeda*, grands foraminifères benthiques, mollusques, échinodermes et

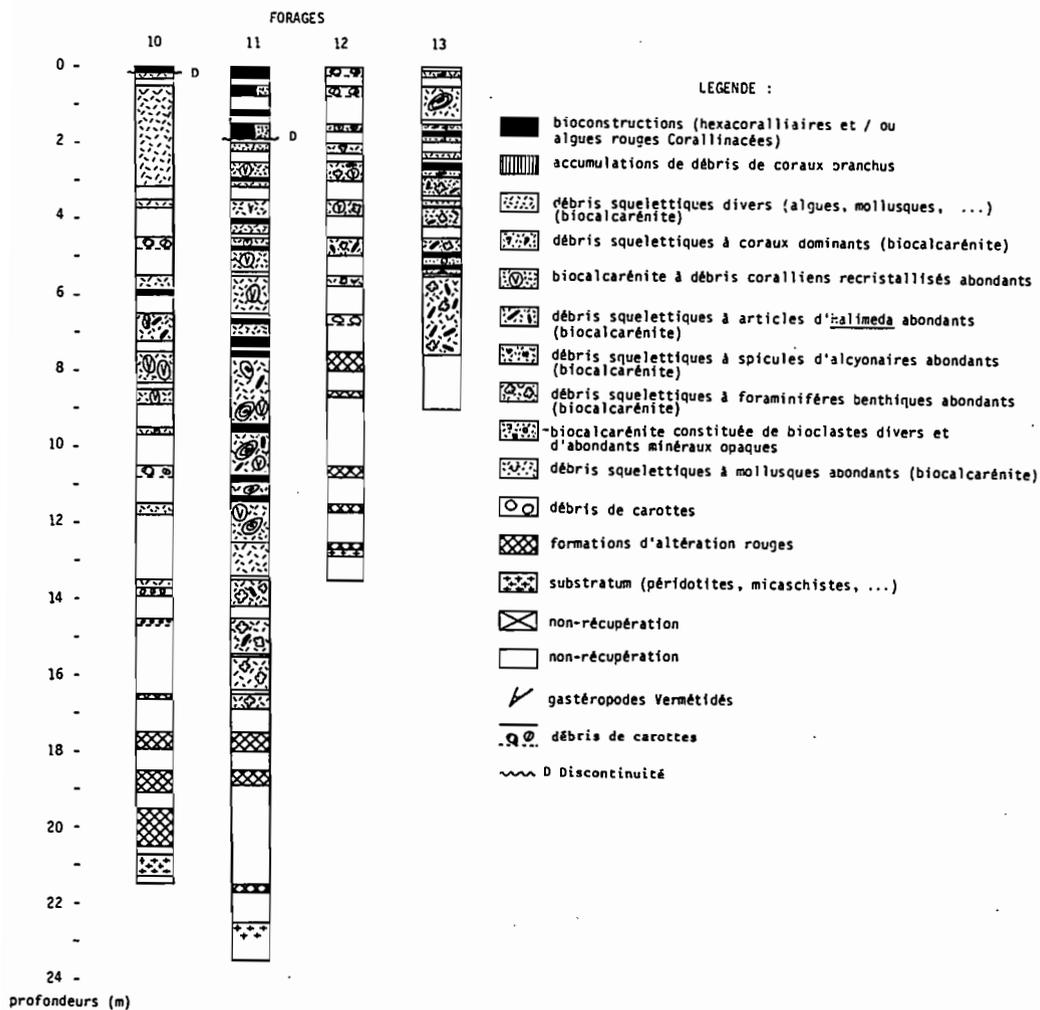


Figure 21 : logs des forages effectués sur le récif et du Caillou

débris coralliens. A -13,65 m, le substratum est atteint et on remarque des accumulations de grains de chromite surmontant les formations d'altération sur péridotites.

Forage NC.11.HR : comme le précédent, il est caractérisé par 2 unités :

1/ De 0 à -2,0 m, éléments bioconstruits coralliens et algaires (Corallinacées) et faciès de démantèlement remplissant les cavités;

2/ De -2,0 m à la base, biocalcarénites à algues rouges, *Halimeda*, grands foraminifères benthiques, mollusques, échinodermes et débris coralliens. Des niveaux coralliens sont également présents entre -2,95 et -3,05 ; -4,70 et -4,80 ; vers -7,60 ; entre -9,40 et -9,70 ; -10,70 et -10,90 ; -11,30 et -11,40 et vers -11,60 m, ainsi que des niveaux de rhodolithes (de -7,50 à -11,50 m). Vers -16,90 m, le substratum a été atteint (accumulations de grains de chromite surmontant les formations d'altération sur péridotites)

Forages NC.12.HR et NC.13.HR : ils sont composés de biocalcarénites à Corallinacées, foraminifères, mollusques, *Halimeda* et rares débris de coraux. Les cavités montrent des remplissages par des matériaux sus-jacents (sols). Des intercalations de niveaux coralliens lamellaires encroûtés par des algues rouges ont été observés dans le forage 13 entre -3,65 et -3,70, vers -4,95 et entre -5,20 et -5,35 m. De nombreuses figures d'altération météorique sont visibles.

Conclusion : les forages de ce site sont caractérisés par 2 unités récifales séparées par une surface de karstification (figure 21) :

- dans la première, dominance des constructions ou du produit de leur démantèlement (partie supérieure des forages 10 et 11 où la cimentation est exclusivement marine respectivement entre 0 et -0,25 m et entre 0 et -1,50 m) ;

- dans la seconde, les faciès sont représentés par des biocalcarénites altérées (forages 12 et 13 et dans la partie inférieure des forages 10 et 11). Ces biocalcarénites sont constituées de très rares débris coralliens, algues rouges (abondantes dans le forage 10 entre -11,0 et -14,0 m), *Halimeda*, foraminifères, mollusques et échinodermes avec des intercalations de niveaux de Corallinacées et coraux massifs (forage 11) ou lamellaires (forage 13). On trouve des niveaux rhodolitiques dans le forage 13 entre -0,50 et -1,50 m et dans le forage 11 entre -7,50 et -11,50 m. Les foraminifères sont très abondants : les Calcarinidés dominantes à la base des forages 10 (-10,50 à -14,50 m) et 11 (-10,50 à -16,50 m) sont très abondantes sur toute la longueur des forages 12 et 13 ; les Baculogypsines (*Baculogypsina sphaerulata*) de -11,50 à -14,50 m dans le forage 10, de -10,50 à -13,50 m dans le forage 11, de -1,50 à -4,0 m dans le forage 12 et de -0,50 à -1,50 m dans le forage 13. Dans le forage 6 (Tara), elles sont présentes entre -12,0 et -14,75 m.

II-5-Forages du site de Thio (figure 22) :

Forage NC.16.TH : le taux de récupération est faible, les faciès à coraux branchus et lamellaires sont dominants.

Forage NC.17.TH : les faciès à coraux branchus constitués de débris de branches coralliennes, encroûtés ou non par des algues rouges et des foraminifères dominant. Les éléments bioclastiques (coralliens, algaires et

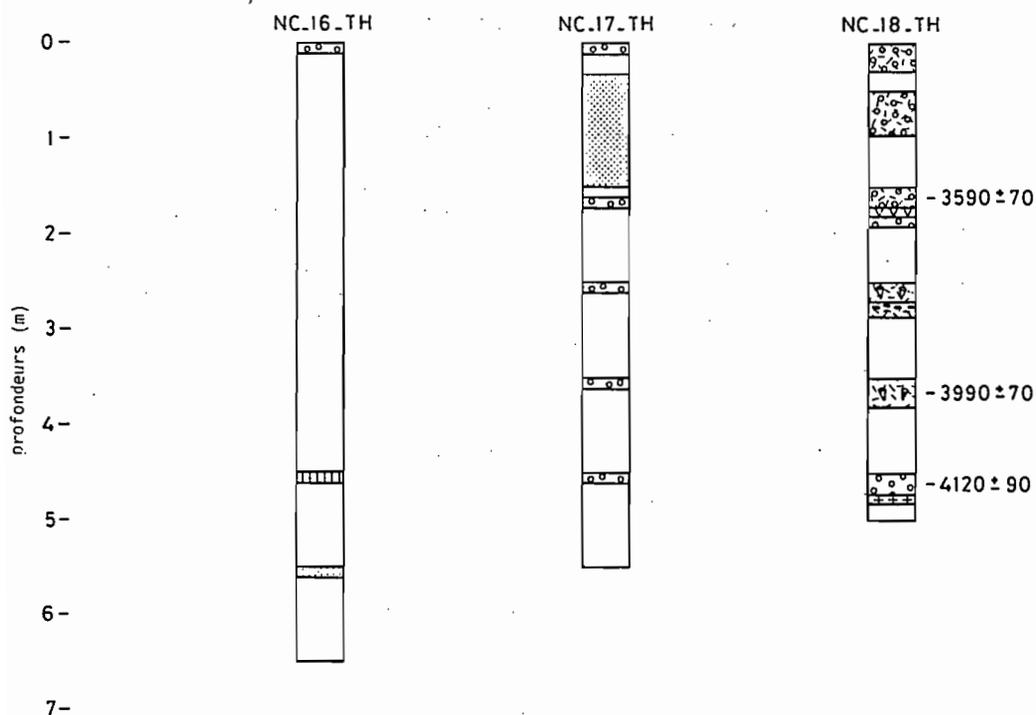


Figure 22 : logs des forages effectués sur le récif de Thio

Légende des figurés des logs
des forages des figures
22 à 27

- | | | | |
|--|--|--|--------------------------------------|
| | Faviidés | | coraux lamellaires |
| | Poritidés | | Corallinacées encroûtantes |
| | Acroporidés | | Corallinacées encroûtantes |
| | spiculite | | sables bioclastiques |
| | débris squelettiques | | péridotites et roches métamorphiques |
| | débris squelettiques riches en scléactiniaires | | non récupération |
| | débris squelettiques riches en Acroporidés | | |

mollusques, ...) sont plus rarement présents. Un sable à *Halimeda*, algues, mollusques, foraminifères, ... et débris coralliens branchus usés a été récupéré de -0,50 à -1,50 m.

Forage NC.18.TH : les faciès sont caractérisés par l'abondance de débris de coraux branchus encroûtés par des algues rouges associées à des gastéropodes Vermetidés. Une plus grande fréquence des coraux massifs (Acroporidés et Faviidés) et bioclastes indurés le différencient des 2 carottages forés sur le platier voisin. La porosité est matérialisée par la présence de nombreuses cavités d'origine généralement bioérosive, et parfois emplies de sédiments bioclastiques. A partir de -3,50 m environ et jusqu'à la base de la formation récifale, des conditions réductrices ont dû se manifester comme en témoigne les revêtements gris-bleuté dans les cavités. Par contre, du sommet à -1,50 m, la teinte ocre du matériel montre l'influence de pollutions continentales.

Conclusion : ces 3 forages sont caractérisés par des faciès à coraux branchus encroûtés ou non par des algues rouges et / ou des foraminifères. Toutefois le forage 18 contient également des débris coralliens massifs et des bioclastes indurés. Les observations en lame mince montrent que la cimentation intra- et inter-granulaire est exclusivement marine, mais des indices d'apports terrigènes sont présents, notamment dans les premiers mètres des forages où les figures d'oxydation sont abondantes (de 0 à -2,0 / -2,50 m).

II-6-Forages du site de Poindimié (figure 23) :

Forage NC.19.OM : la diversité corallienne est plus grande qu'à Thio, mais les caractéristiques principales de ce forage sont : l'abondance de coraux branchus avec une bioérosion intense (très nombreuses cavités de lithophages *in situ*) ; la présence de coraux massifs (Faviidés), lamellaires et branchus encroûtés par des algues rouges ; des agrégats de bioclastes et de très nombreuses traces de bioérosion, surtout à la base du forage.

Forage NC.20.OM : il se caractérise par la présence de colonies massives de *Porites* (de 0 à -2,50 m) ; la dominance des coraux branchus et la pauvreté en débris de coraux massifs ; la bioérosion (nombreux lithophages *in situ*) y est très intense et les encroûtements à base d'algues rouges associées à des gastéropodes Vermetidés (de -5,50 à -6,50 m) sont fréquents. De -2,50 à -4,50 m, la couleur gris-bleuté des cavités d'érosion indique la manifestation de processus réducteurs à l'intérieur de ces micromilieus.

Forage NC.21.OM : comme le précédent, ce forage montre une abondance de coraux branchus très fragmentés et usés. Les coraux lamellaires, les encroûtements d'algues rouges et parfois de foraminifères sont également présents, bien que moins abondants. Les débris coralliens massifs (Faviidés) sont rares. De -2,50 à -7,50 m, les sédiments montrent une couleur gris-bleuté.

Conclusion : les forages réalisés sur le platier de Poindimié mettent en évidence l'abondance des débris de coraux branchus, parfois très fragmentés et très usés. Dans certains niveaux du forage 19, les débris coralliens massifs

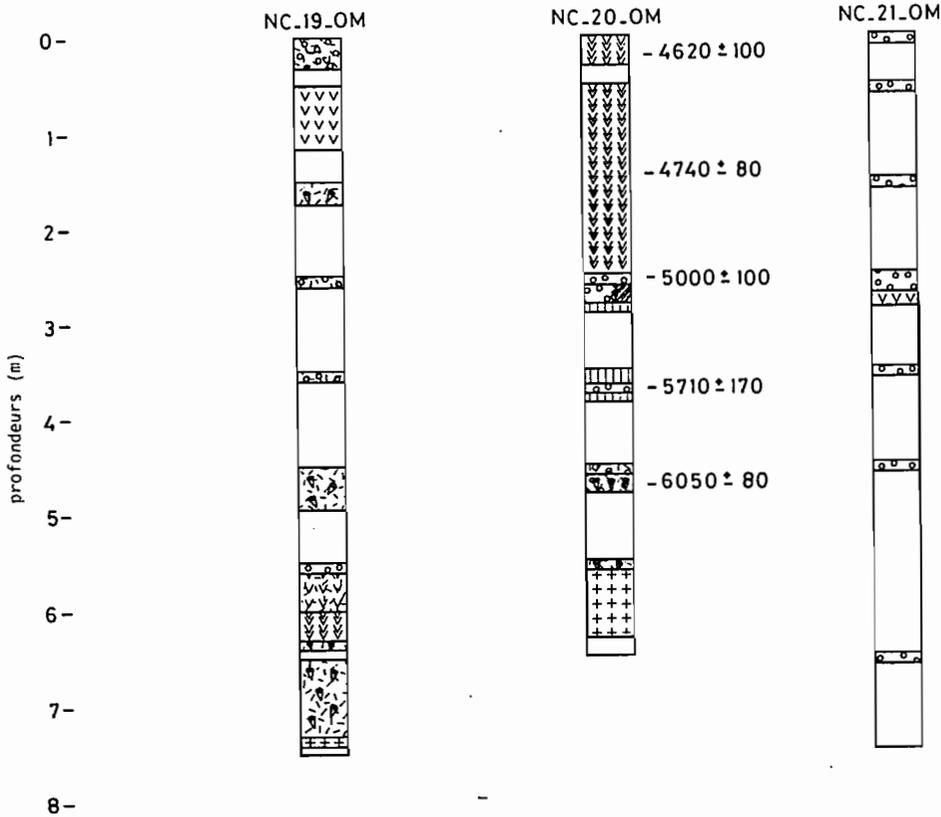


Figure 23 : logs des forages effectués sur le récif de Poindimié

constituent l'essentiel du matériel. Les débris de coraux lamellaires alternant avec des encroûtements massifs d'algues rouges (et / ou des foraminifères) sont les constituants majeurs de ces faciès. La bioérosion est également marquée par de nombreuses cavités de taille très variable. L'étude des microfaciès montre que la cimentation marine a été particulièrement active.

II-7-Forages du site de Hienghène (figure 24) :

Forage NC.22.HG : les faciès de ce forage sont caractérisés par l'abondance des débris coralliens Acroporidés parfois très fragmentés et la rareté des autres formes coralliennes (Faviidés ou autres) ; les encroûtements d'algues rouges parfois massifs pouvant alterner et être associées à des gastéropodes Vermetidés (de -1,50 à -2,50 m) ; la bioérosion est parfois intense. De petits débris bioclastiques cimentés, peuvent succéder à des coraux lamellaires et alterner avec des encroûtements massifs d'algues rouges.

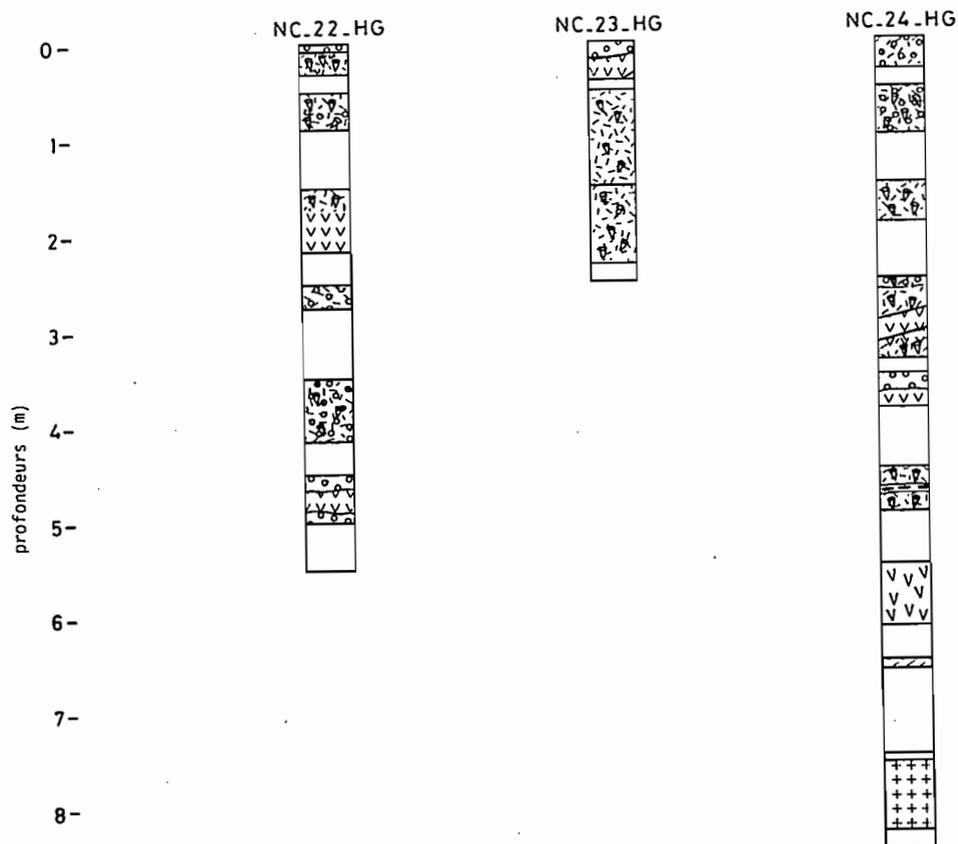


Figure 24 : logs des forages effectués sur le récif de Hienghène

Forage NC.23.HG : les faciès de ce forage sont caractérisés par l'abondance des Acroporidés lamellaires ou plus ou moins massifs ; des encroûtements constitués de foraminifères mais surtout d'algues rouges associées à des Vermetidés ; une forte porosité d'origine primaire (vides intergranulaires) ou secondaire (due à la bioérosion).

Forage NC.24.HG : il se caractérise par l'abondance des débris coralliens. Parmi ceux-ci, on distingue des débris coralliens lamellaires alternant avec des encroûtements parfois massifs d'algues rouges associées à des Vermetidés aux niveaux -5,50 / -6,50 et -1,50 / -2,50 m. Les débris coralliens branchus sont peu abondants, fragmentés, usés et parfois complètement encroûtés par des algues rouges. La bioérosion affecte aussi bien les coraux massifs que lamellaires qui peuvent être toutefois intensément perforés. Des remplissages sédimentaires occluent certaines cavités. De -6,50 à -7,50 m, les bioclastes ont une couleur gris-bleuté.

Conclusion : les figures de bioérosion et les encroûtements algaires sont très importants dans les 3 forages qui diffèrent par la dominance des formes coralliennes : le 22, débris coralliens branchus, le 23, débris coralliens lamellaires et le 24, débris coralliens massifs (Faviidés) et débris coralliens lamellaires alternant avec des algues rouges encroûtantes. La cimentation est marine du sommet à la base des carottes.

II-8-Forages du site de Pouébo-1 (figure 25) :

Forage NC.25.PB : les faciès se caractérisent par une construction massive corallienne à *Porites* en surface et la présence de débris sur toute la longueur du forage. Des débris coralliens branchus sont présents, mais peu abondants, et parfois usés, fragmentés et encroûtés. Les encroûtements d'algues rouges ne sont pas massifs et restent discrets. La bioérosion est limitée.

Forage NC.26.PB : les faciès sont caractérisés par la présence de *Porites*, des débris coralliens branchus encroûtés ou non par des algues rouges et des débris de *Porites*. Ce forage se différencie du précédent par un taux de récupération plus faible, imputable à 3 niveaux non récupérés (vides ou matériel sableux). Les figures bioérosives sont rares.

Forage NC.27.PB : ce forage qui n'a atteint que la cote de -3,50 m se caractérise comme les précédents par des coraux massifs de *Porites* et des débris coralliens branchus.

Conclusion : les caractéristiques communes des 3 forages sont : au sommet, une construction massive de *Porites* plus ou moins bioérodée ; puis, des débris de *Porites* et de coraux branchus, parfois encroûtés par des algues rouges. La bioérosion n'est pas intense et les encroûtements peu développés.

II-9-Forages du site de Pouébo-2 (figure 26) :

Forage NC.28.PB : les faciès sont caractérisés par des débris coralliens branchus plus ou moins usés et encroûtés par des algues rouges. De -2,50 à -3,50 m, ils ont une couleur gris-bleuté.

Forage NC.29.PB : construction de *Porites* au sommet, puis débris coralliens massifs et branchus, fragmentés et parfois usés et encroûtés par des algues rouges associées à des Vermetidés. Les bioclastes ont une couleur bleuté.

Forage NC.30.PB : débris coralliens branchus bioérodés et encroûtés par des algues rouges dont la surface est de teinte bleuté.

Conclusion : ces 3 forages sont caractérisés par des faciès de coraux branchus qui montrent parfois une fragmentation et une usure importantes. La bioérosion et les encroûtements ne sont pas intenses. La couleur gris-bleuté caractérise souvent les débris, indiquant une certaine réduction. le forage 29 a toutefois la particularité de montrer un niveau à coraux massifs de *Porites*.

Récifs frangeants de Nouvelle-Calédonie

61

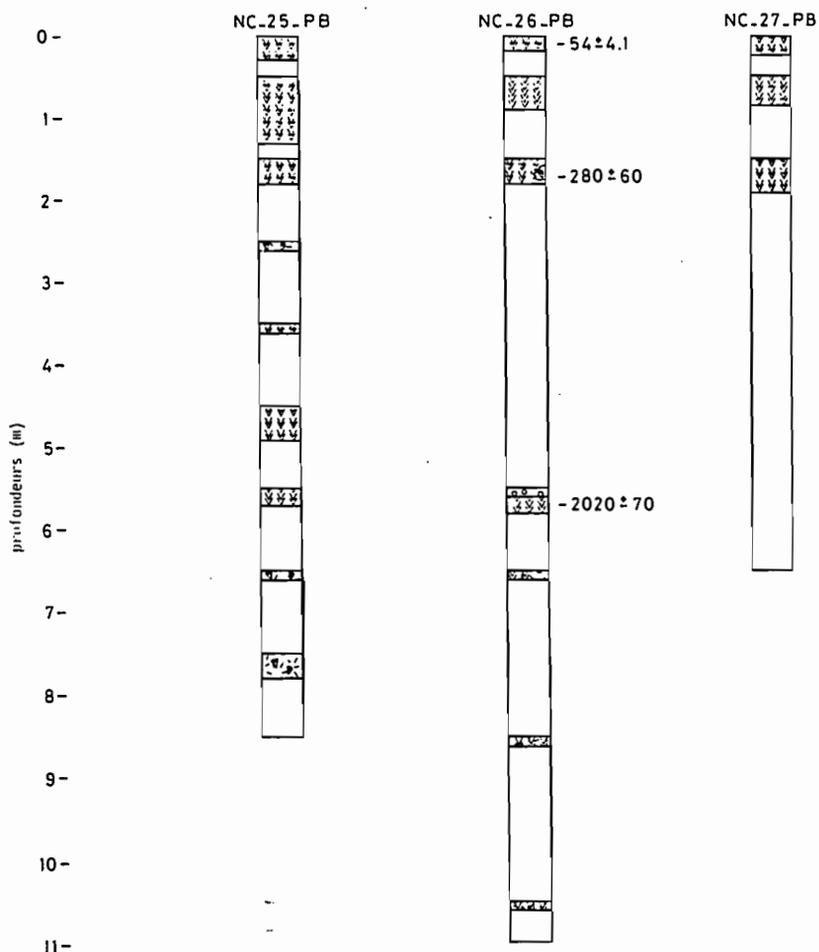


Figure 25 : logs des forages effectués sur le récif de Pouébo 1

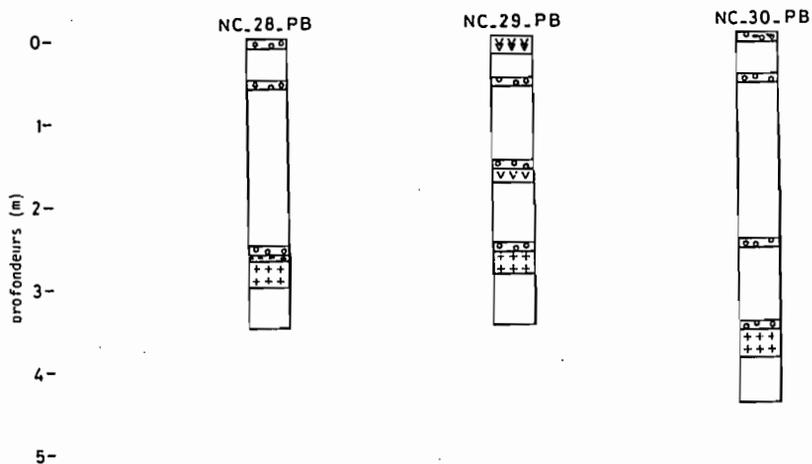


Figure 26 : logs des forages effectués sur le récif de Pouébo 2

II-10-Forages du site de Poum (figure 27) :

Forage NC.31.PM : il est caractérisé par un niveau bioconstruit à Faviidés et par des débris de coraux massifs, bioérodés et encroûtés. Il y a très peu de coraux branchus si ce n'est à la base du forage, où les débris ont une teinte gris-bleuté.

Forage NC.32.PM : contrairement au 31, on note l'abondance de coraux branchus et des encroûtements algaires. Les débris ont un revêtement de couleur gris-bleuté. Les débris de coraux massifs sont rares.

Forage NC.33.PM : les faciès sont dominés par des coraux branchus et des débris coralliens massifs très rarement encroûtés par des algues rouges. La bioérosion et les encroûtements algaires sont peu importants.

Conclusion : les forages 32 et 33 ont des faciès dominants à débris coralliens branchus et lamellaires (Acroporidés) encroûtés ou non par des algues rouges ; la bioérosion est plus ou moins importante suivant les niveaux. Par contre le forage 31 montre des coraux massifs Faviidés et des cavités interparticulaires parfois abondantes et une porosité primaire élevée.

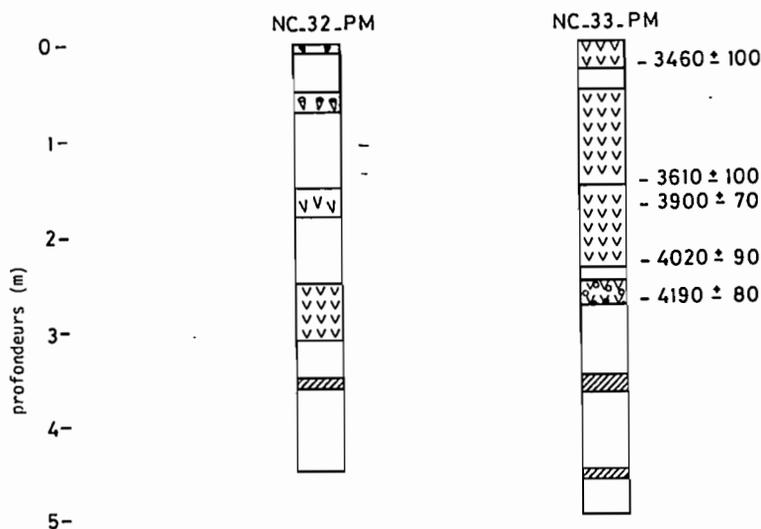


Figure 27 : logs des forages effectués sur le récif de Poum

III-Interprétation stratigraphique :

III-1-Les datations :

III-1-1-Les datations radiochronologiques :

Les échantillons à dater doivent répondre à certaines spécifications bien précises ; en particulier, les mesures doivent être effectuées sur des fragments coralliens en place. Dans les carottes, il n'est pas toujours facile d'affirmer que le scléractiniaire est en position de vie et ce dernier n'indique pas forcément le niveau 0 des Basses Mers de Vives Eaux. En outre, à la mort des coraux (composés d'aragonite), des changements peuvent intervenir (remplacements en milieu d'eaux douces) et il convient donc de choisir des échantillons non altérés (sans cimentation marine ni perforation) quand cela est possible. Les résultats des datations sont donnés dans le tableau 2.

III-1-2-Les datations relatives fondées sur la microfaune :

En l'absence de foraminifères planctoniques et de nannofaune, les foraminifères benthiques n'ont pas donné d'indications stratigraphiques fines (les espèces sont toutes d'âge quaternaire), mais la reconstitution de l'évolution des récifs frangeants va révéler qu'à l'Holocène et au Pléistocène les assemblages biologiques et la diagenèse sont différents.

III-2-Stratigraphie des récifs frangeants :

Les forages dans les récifs frangeants des côtes sud-ouest (à Ricaudy) et sud-est (à Tara, Gouaé, et au Caillou) montrent la superposition de 2 unités récifales séparées par une surface de karstification, bien individualisées du point de vue diagenétique et paléoécologique. Il en est de même dans un forage réalisé sur l'îlot Vert (côte ouest). La discrimination entre les 2 unités est toujours nette du point de vue paléoécologique ; par contre, la diagenèse bien marquée sur la côte sud-est l'est beaucoup moins sur la côte sud-ouest. Le phénomène pourrait être lié entre autres à des conditions climatiques locales différentes (exondation plus brève de Ricaudy ou lessivages moins importants de ce même récif, en liaison avec les précipitations plus faibles de la côte sud-ouest).

Par contre, les forages des côtes est (Thio, Poindimié et Hienghène), nord-est (Pouébo) et nord-ouest (Poum) ne sont caractérisés que par une seule unité récifale.

III-2-1-Age des unités récifales :

a/ L'unité supérieure : elle a été datée de l'Holocène comme le montrent les datations radiochronologiques (tableau 2).

b/ L'unité inférieure : les faciès de cette unité correspondent à ceux de la terrasse récifale émergée de la côte sud-est attribuée au Miocène par Tobler (1922, in : Grékoff et Gubler, 1951). L'examen des formes décrites par Tobler a permis à Grékoff et Gubler (1951) d'infirmier cet âge et Launay et Récy (1972) puis Coudray (1976) ont proposé un âge quaternaire.

TABLEAU 2 : DATATIONS D'ECHANTILLONS CORALLIENS AU CARBONE 14

FORAGES (n°)	PROFONDEURS (m)	AGES (ans BP)
NC.1.PV (2)	-0,15	4910 +/- 420 (1)
	-3,40	5700 +/- 250
	-5,0	6010 +/- 60
	-6,0	29600 +/- 1900
	-10,50	26800 +/- 1750
	-17,0	25500 +/- 1450
	-0,50 < -1,50	5030 +/- 90
NC.2.TA (3)	-7,50 < -8,50	5360 +/- 110
	-2,50	6340 +/- 100
NC.15.PV (3)	-3,50	6360 +/- 120
	-4,50 < -5,50	6550 +/- 80
	-1,50 < -2,50	3590 +/- 70
NC.18.TH (3)	-3,50 < -4,50	3990 +/- 70
	-4,50 < -5,30	4120 +/- 90
	0 < -0,50	4620 +/- 100
NC.20.OM (3)	-1,50 < -2,50	4740 +/- 80
	-2,50 < -3,50	5000 +/- 1000
	-3,50 < -4,50	5710 +/- 170
	-4,50 < -5,30	6050 +/- 80
	-0,50	54 +/- 4
NC.26.PB (3)	-1,0	280 +/- 60
	-2,50	520 +/- 60
	-6,50	2020 +/- 70
	-0,40	3460 +/- 100
NC.33.PM (3)	-1,50	3610 +/- 100
	-1,75	3900 +/- 70
	-2,40	4020 +/- 9
	-20 < -3,0	6100 +/- 120
	-13,0	31470 +/- 2160
NC.34.FV (3)	-0,30	5690 +/- 90
	-40	5930 +/- 110
NC.35.FV (3)	-7,50	37430 +/- 4530
NC.36.FV (3)		
ECHANTILLONS (n°)	ALTITUDES (m)	AGES (ans BP)
ihv2 (1)	+20	21310 + 1140
		- 1000
ihv6 (1)	0	23590 + 2650
		- 1750
ihv5 (1)	+20	17120 + 2020
		- 1620

(1) : datations effectuées par le laboratoire de l'ORSTOM (Bondy).

(2) : datations effectuées par J.C. Fontes (Orsay, Paris).

(3) : datations effectuées par l'Univ. du Texas (Austin, USA) (J.Lecolle, comm. pers.).

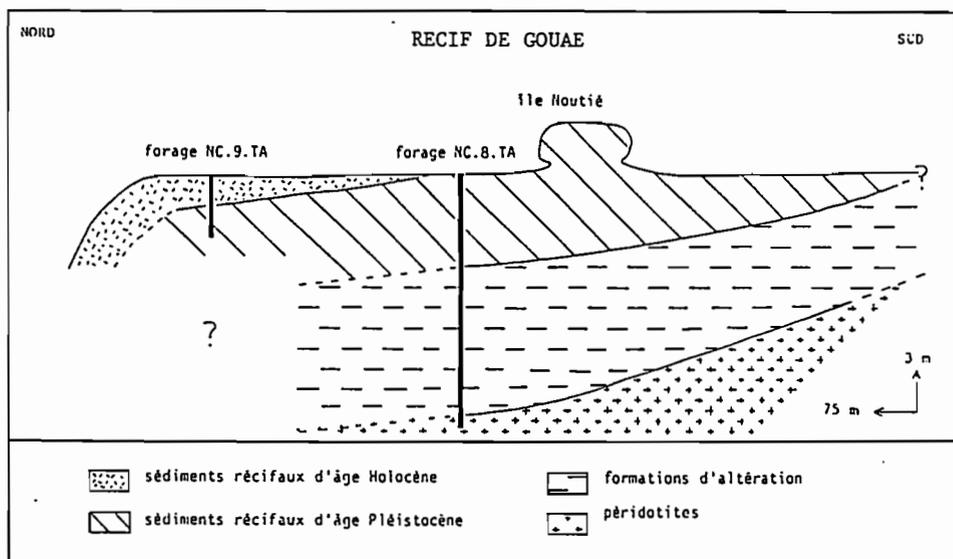
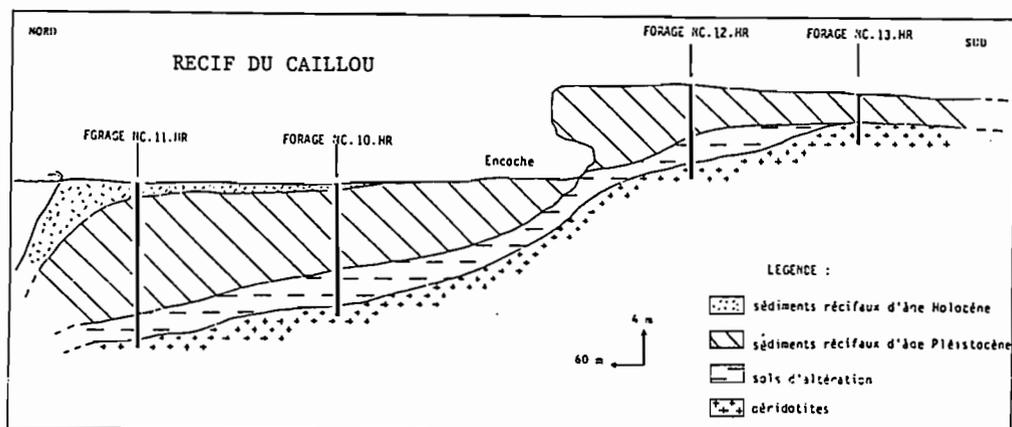
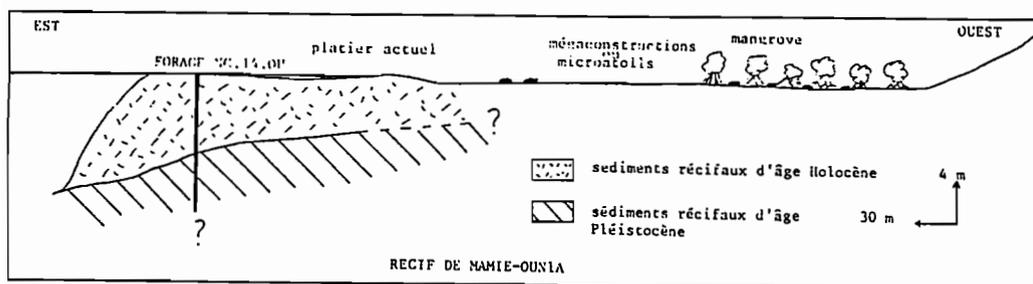


Figure 28 : structure interne des récifs frangeants (côte sud-est)

Du fait des altérations par les eaux douces (suite à une émergence), tous les échantillons coralliens à l'affleurement et dans les forages sont entièrement remplacés par de la calcite faiblement magnésienne et ne peuvent être datés. Seuls les foraminifères benthiques ont pu donner un âge à cette unité. De nombreuses *Baculogypsina sphaerulata*, *Calcarina* cf. *hispida* et *Calcarina* cf. *spengleri* ont pu être identifiées, parfois jusqu'à la base de certains carottages. La répartition stratigraphique de *Baculogypsina sphaerulata* est connue du Pléistocène à l'Actuel dans le Pacifique, à Okinawa, Tokunoshima, Yoron et Ishigaki (Matsumaru, 1976-a) et à Saïpan et Guam (Matsumaru, 1976-b). Cette espèce a également été trouvée à Lau (Fidji) dans des calcaires récifaux soulevés datés du Miocène par Kleinpell (1954) mais les formes associées à l'exception de quelques espèces nouvelles, créées par Kleinpell peuvent être d'âge quaternaire. En outre, dans cette région, la complexité de la tectonique se traduit par de nombreuses phases de soulèvement (Burgess, 1983) et l'absence d'études plus fines ne permet pas de confirmer ces âges miocènes proposés par Kleinpell (1954).

Selon Adams (1970), 4 foraminifères benthiques peuvent être utilisés comme marqueurs stratigraphiques de la limite Plio-Pléistocène dans la région Indopacifique :

Baculogypsina sphaerulata ,
Calcarina spengleri ,
Schlumbergerella floresiana ,
Borelis pulchra .

Dans le Pacifique, *Baculogypsina sphaerulata* et *Calcarina spengleri* ont été trouvées dans de nombreux sédiments récifaux et de nombreux récifs coralliens d'âge quaternaire (Todd, 1960, Matsumaru et Matsuo, 1976, Debenay, 1986, Ehny, 1987, ...). Ces 2 espèces ont permis à Coudray et Margerel (1974) de donner un âge quaternaire à la base des calcaires récifaux du forage Ténia (côte ouest de la Grande Terre de Nouvelle-Calédonie).

L'unité inférieure a donc été attribuée au Pléistocène, sur la base :

- de comparaisons établies avec des formations de même âge trouvées dans le Pacifique sud-ouest (Nouvelle-Calédonie : Coudray : 1976 ; Australie : Marshall, 1983-b) ;
- de datations radiométriques, donnant un âge pléistocène à l'unité inférieure dans le forage Ricaudy (Lecolle et Cabioch, en préparation ; tableau 2) ;
- de l'étude des épisodes diagénétiques qui montrent des phases d'immersion et d'émergence ;
- de la présence d'une surface de karstification entre ces 2 unités récifales, observée dans de nombreux forages entre l'Holocène et le Pléistocène : Nouvelle-Calédonie : Coudray (1976) ; Australie : Richards et Hill (1942), Thom et al. (1978), Hopley et al. (1978), Marshall (1983-b) ; Pacifique : Schlanger (1963), Buigues (1982), Marshall et Jacobson (1985).

III-2-2- Structure interne des récifs frangeants de la Grande Terre :

a/ Structure interne des récifs de la côte sud-est (figure 28) : l'étude des forages de Gouaé, Tara et du Caillou permet d'individualiser 2 unités récifales, séparées par une discontinuité majeure qui varie de -0,50 à -7,0 m selon la profondeur de la plate-forme d'abrasion : l'unité supérieure holocène est caractérisée par des assemblages coralliens et algaires, de même

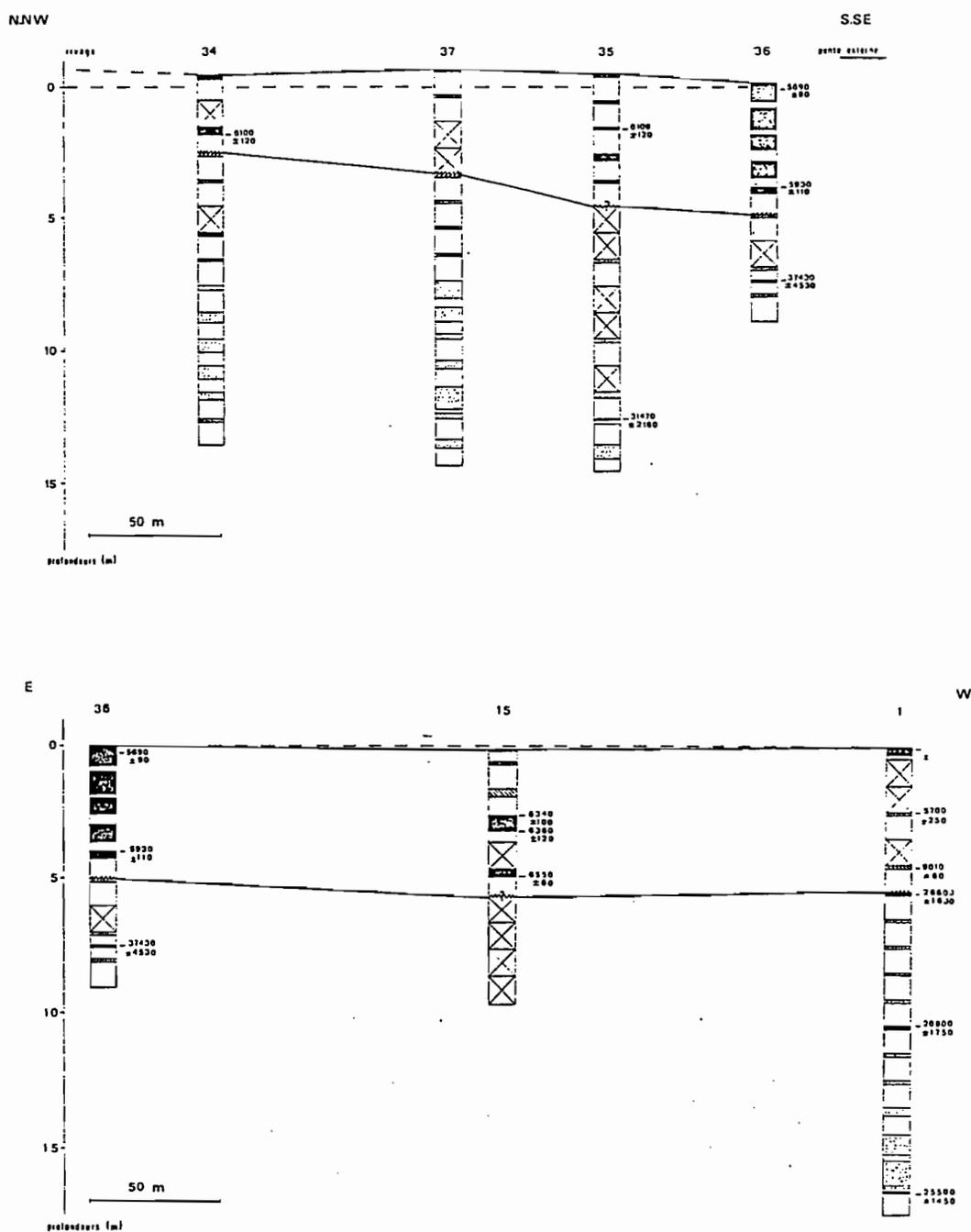


Figure 29 : structure interne du récif Ricaudy (côte sud-ouest)

que des cimentations marines (fibreuse ou aciculaire aragonitique et micritique péloïdale de calcite fortement magnésienne) et une intense bioérosion des constructions organiques. Son épaisseur est fonction de la position de la surface d'abrasion sous-jacente et on observe actuellement une croissance de l'édifice vers le large.

L'unité inférieure pléistocène est caractérisée par 2 types d'associations qui indiquent un milieu d'énergie modérée, par rapport au précédent : la première composée de scléactiniaires et de Corallinacées et la seconde d'abondants articles d'*Halimeda*, algues rouges, mollusques, échinodermes, grands foraminifères et parfois de spicules d'alcyonaires. Cette richesse en articles d'*Halimeda* se retrouve dans les calcaires récifaux pléistocènes de la Grande Barrière Récifale australienne (Marshall, 1983-b, Johnson *et al.*, 1984). Les processus diagénétiques observés (dissolutions, recristallisations, cimentations) témoignent de l'émersion de cet ensemble et de son évolution en milieu subaérien (Coudray, 1976).

b/ Structure interne des récifs de la côte sud-ouest (figure 29) : dans l'unité supérieure holocène, on constate une richesse en constructions coralliennes ; peu d'algues rouges encroûtantes leur sont associées.

Dans l'unité inférieure pléistocène, le pourcentage de coraux est variable, mais cet ensemble est surtout caractérisé par la présence de nombreux organismes liés aux herbiers.

c/ Structure interne des récifs des côtes est et nord : les faciès différents d'un forage à l'autre sont dominés par les scléactiniaires et les Corallinacées. Ils correspondent à l'unité récifale supérieure holocène définie sur les côtes sud-ouest et sud-est.

d/ Structure interne des récifs de la côte ouest : nous possédons peu de données sur cette côte qui ne se prête guère à l'installation de récifs frangeants. Un platier corallien culminant à +2,0 m a cependant été daté sur l'îlot Vert près de Bourail (tableau 2) : les datations de 17120 à 23590 ans BP indiquent clairement un âge pléistocène.

IV-Conclusion :

La description lithologique des forages des récifs frangeants de la Grande Terre de Nouvelle-Calédonie nous a permis de mettre en évidence les caractéristiques des récifs étudiés et de distinguer 2 unités distinctes :

- une unité supérieure à dominance de coraux et d'algues rouges dont l'âge est holocène comme le montrent les datations ;

- une unité inférieure à dominance de biocalcarénites (à biocalcirudites) très altérées par les processus météoriques et dont l'âge pléistocène est établi par les compositions microfaunistiques, les datations absolues et la diagenèse.

Cette stratigraphie récifale varie régionalement :

- la structure interne des récifs frangeants des côtes sud-est, sud-ouest et ouest montre la superposition des unités holocène et pléistocène ;

- la structure interne des récifs frangeants des côtes est, nord-est et nord-ouest montre l'exclusivité de matériel holocène.

SEDIMENTOLOGIE ET PALEOECOLOGIE

I-Introduction :

But de l'étude : ce chapitre a pour objet de déterminer les caractéristiques paléocéologiques et sédimentologiques des récifs frangeants de la Grande Terre de Nouvelle-Calédonie. Peu d'études ont été réalisées à ce jour sur ces récifs : Coudray (1976) a étudié le récif barrière à Ténia en Baie de Saint-Vincent et Aissaoui (1986) s'est attaché à définir les modalités de la sédimentation à Ouvéa dans les îles Loyauté. Dans un premier temps, la nature et la répartition des constituants organiques seront identifiées dans les différentes parties des récifs, permettant ainsi de dégager les caractéristiques de l'Holocène et du Pléistocène (chapitre II) puis, les principales associations seront définies au moyen d'études faciologiques et statistiques (chapitre II), ce qui va permettre d'étudier leur évolution et de reconstituer les environnements de dépôt (chapitre III). Les principaux biofaciès ainsi caractérisés permettront de proposer un schéma de la répartition et de l'agencement des différentes unités lithologiques (chapitre IV). Enfin, l'identification des organismes récifaux et l'évolution des assemblages apporteront des renseignements complémentaires sur la paléocéologie des récifs frangeants néocalédoniens (chapitre V).

Classification : nous avons utilisé la classification d'Embry et Klovan (1971) qui complète celle de Dunham (1962) et permet une analyse texturale exhaustive des sédiments coralliens en tenant compte à la fois du mode de liaison des éléments (jointifs ou non jointifs) et de la teneur en boue carbonatée, mais aussi de la taille des composants originels.

II-Nature et répartition des constituants organiques et des associations :

II-1-Les constituants organiques :

a/ Les organismes fournissant des bioclastes sont :

- **les scléactiniaires** (planche 4, photos 1 et 4 ; planche 13, photos 1 et 2) qui sont les constituants les plus importants de la trame des récifs frangeants néocalédoniens. On distingue des organismes massifs, branchus, lamellaires et encroûtants.

- **Les algues rouges** (planche 4, photos 2-4 et 7 ; planche 5, photos 1 et 5 ; planche 7, photos 7 et 8) qui appartiennent à la famille des Corallinacées de la région Indopacifique et qui sont d'un grand intérêt paléocéologique et stratigraphique (Massieux, 1976, Poignant, 1980). Les Mélobésiées (encroûtantes ou branchues, inarticulées) sont nombreuses et les Corallinées (arborescentes et articulées) plus rares.

- **les algues vertes** (planche 4, photos 5, 6, 8 et 9 ; planche 5, photos 5-7) ou *Halimeda* sp. qui sont des producteurs importants de bioclastes dans les accumulations sédimentaires (Hubbard, 1983) ainsi que dans la constitution des micrites (Neumann et Land, 1975).

- **Les mollusques** (planche 13, photos 5-8 ; planche 14, photos 3, 8

et 9) qui peuvent être d'importants constituants dans les sédiments récifaux étudiés sont des prédateurs ou des brouteurs fréquents dans les faciès d'herbiers et d'algues mais qui peuvent créer d'importantes cavités à l'intérieur des colonies coralliennes (de nombreux lithophages ont été trouvés en place), notamment dans les récifs holocènes des côtes est et nord. Les gastéropodes Vermetidés sont souvent associés aux Corallinacées.

- Les bryozoaires, parfois encroûtants ou branchus.

- Les foraminifères (planche 5, photos 3-8 ; planche 6, photos 1-4) dont 3 sous-ordres sont représentés (test agglutiné formé de particules carbonatées souvent de tailles différentes ; test porcelané ; test hyalin fibro-radié des amphistégines). Dans les récifs étudiés, les espèces benthiques sont parfois très abondantes. Les formes encroûtantes sont généralement trouvées sur les coraux en association avec les algues rouges ;

- Les Didemnidés dont les spicules sont parfois nombreux dans des faciès micritiques.

- Les échinodermes (planche 6, photo 5 ; planche 9, photo 6) dont les débris sont souvent des piquants d'oursins ayant un habitat cryptique ou fousseur (Regis et Thomassin, 1982, 1987).

- Les alcyonaires (planche 6, photo 6 ; planche 7, photos 7, 8, 10 et 11) dont les spicules de formes variées peuvent s'accumuler dans des vasques du platier (Montaggioni, 1978, Faure, 1982) et constituer de véritables roches (Montaggioni, 1977, Konishi, 1982).

- Les éponges, fournissant des spicules.

- Les ostracodes dont des sections de valves très fines et désarticulées sont parfois observées en lames minces.

Remarque : autres clastes : dans les récifs étudiés, un certain nombre de clastes ont une origine inorganique : minéraux opaques, grains de chromite, oxydes et d'hydroxydes de fer, dans les récifs de la côte sud-est ; minéraux détritiques, trouvés dans les récifs de la côte est. On constate également la présence de pellets anguleux ou ovales dans certains remplissages et l'existence de péloïdes qui seront décrits et interprétés ultérieurement avec les ciments micritiques.

b/ Dans les récifs holocènes :

1/ Parties internes des platiers : on observe des points communs dans les 4 forages des côtes sud-ouest (forage 34 de Ricaudy), sud-est (forage 4 de Tara), est (forage 17 de Thio) et nord (forage 27 de Pouébo) :

- Abondance des accumulations sédimentaires provenant du démantèlement des constructions constituées de débris de coraux branchus prédominants et de rares débris de coraux massifs (forages 4, 17, 27 et 34).

- Présence de constructions à base de *Porites* en position plus ou moins abritée (forages 27 et 34).

- Importantes accumulations sableuses constituées de débris algaires et de foraminifères provenant des algues et herbiers (forages 4 et 17).

- Rareté ou absence de constructions de Faviidés ou d'Acroporidés.

- Rareté des encroûtements d'algues rouges.

2/ Parties médianes des platiers : dans 2 forages de la côte sud-ouest

(partie sommitale des forages 35 et 37 de Ricaudy), on observe des constructions de *Porites* et quelques accumulations de débris de coraux branchus.

3/ Parties externes des platiers : côte sud-ouest : forages 1, 15 et 36 (Ricaudy) ; côte sud-est : forages 9 (Gouaé), 2 et 6 (Tara) et 11 (Le Caillou) ; côte est : forages 16 et 18 (Thio), 19, 20 et 21 (Poindimié), 22, 23 et 24 (Hienghène) ; côte nord : forages 25, 26, 28, 29 et 30 (Pouébo) et 32 et 33 (Poum). Ces forages mettent en évidence le très net développement corallien dans la partie externe des récifs frangeants néocalédoniens :

- Prédominance des constructions de *Porites* dans les forages 1, 15 et 36 du récif Ricaudy en mode semi-battu à modéré.

- Prédominance de débris de Faviidés ou d'Acroporidés, généralement encroûtés par des algues rouges dans les forages de la côte sud-est.

- Abondance des débris coralliens massifs et des encroûtements algaires associés à des foraminifères encroûtants et des gastéropodes Vermetidés dans les forages de la côte sud-est dont le mode hydrodynamique est battu à semi-battu.

- Prédominance des débris coralliens massifs ou branchus et de bioconstructions coralliennes dans les forages des côtes est et nord. Dans les forages de Poum, et de Pouébo (en mode modéré ?), on trouve exclusivement des débris coralliens alors que dans les forages de Poindimié et de Hienghène s'ajoutent des algues rouges encroûtantes.

c/ Dans les récifs pléistocènes :

1/ Parties internes des platiers : côte sud-ouest : forage 34 (Ricaudy) ; côte sud-est : forages 7, 8 (Gouaé), 12 et 13 (Le Caillou). On constate, dans les forages 12 et 13, l'abondance des grands foraminifères benthiques et des algues rouges. Les *Halimeda* sont très faiblement représentées ainsi que les mollusques. Dans les forages 7 et 8, ce sont encore les mollusques, foraminifères benthiques et les algues rouges qui semblent caractériser les zones arrière-récifales. Dans le forage 34, ce sont mollusques, *Halimeda* et algues rouges qui prédominent alors que les foraminifères benthiques sont mal représentés.

2/ Parties médianes des platiers : côte sud-ouest : forages 35 et 37 (Ricaudy) ; côte sud-ouest : forages 5 (Tara) et 10 (Le Caillou). Le forage 5 se caractérise par l'abondance des débris coralliens et des algues rouges encroûtantes *in situ*. Dans le forage 10, les algues rouges, mollusques et échinodermes prédominent par rapport aux autres forages du platier. Dans les forages 35 et 37, on note l'importance des Corallinacées et dans une moindre mesure celle des mollusques et échinodermes.

3/ Parties externes des platiers : côte sud-ouest : forages 1, 15 et 36 (Ricaudy) ; côte sud-est : forages 9 (Gouaé), 6 (Tara) et 11 (Le Caillou). Les résultats quantitatifs indiquent globalement une réduction volumétrique de la trame bioconstruite et une augmentation de la phase micritique, matrice et ciments.

II-2-Les associations :

Les travaux de Mondon (1977), Montaggioni (1978) et Gabrié (1982) indiquent la difficulté de proposer un modèle type de sédimentation bioclastique en milieu récifal frangeant du fait des différences existant d'un récif à l'autre en fonction des conditions hydrodynamiques locales de mode calme, modéré, semi-battu ou battu (suivant la direction des vents dominants, l'existence de récifs barrières, ...) ; du degré d'évolution des récifs (stade embryonnaire, mature ou sénile) ; de la nature, de la répartition et de l'importance quantitative des organismes producteurs de bioclastes. Cependant les études quantitative et qualitative des assemblages permettent de retracer certains aspects de la sédimentation récifale dans les récifs frangeants actuels comme l'ont montré Lewis (1969), Mondon (1977), Montaggioni (1978), Gabrié (1982) et Hubbard (1983). Nous allons donc caractériser les principales associations avant de voir l'évolution des assemblages dans les récifs (chapitre III) et l'agencement des biofaciès (chapitre IV).

a/ Détermination des associations par les méthodes classiques :

La description des faciès récifaux apporte de nombreux renseignements sur le milieu de dépôt (Coudray, 1976, Montaggioni, 1977, 1978, Repellin, 1977, Buigues, 1982, 1985, Hopley, 1982, Marshall et Davies, 1982, 1984). Dans les récifs frangeants de la Grande Terre, l'étude macrofaciologique et celles des microfaciès permettent de reconnaître des ensembles construits et des ensembles biodétritiques (cf. description lithologique) dont les associations spécifiques se répartissent en faciès types :

1/ **Association où dominant les scléractiniales** : elle est fréquente dans les formations récifales holocènes des côtes sud-est et sud-ouest, et dans les récifs frangeants holocènes des côtes est et nord.

Comme l'a observé Gabrié (1982), cette association à scléractiniales caractérise des récifs récents en pleine expansion ou des récifs anciens ou en voie de démantèlement ; la distribution et la nature des fragments coralliens varient également suivant la largeur du récif, le mode hydrodynamique et la forme des colonies. Une illustration en est donnée dans le récif de Tara, où les débris coralliens branchus, très abondants dans l'arrière-récif (forage 4), sont plus rares dans la partie externe (forage 2), où les débris appartiennent à des coraux massifs.

Cette association est représentée dans de nombreux faciès récifaux :

(1) de haute énergie où les coraux sont massifs ("coral head facies" de Marshall et Davies) et peuvent être "non encroûtés" ("non encrusted coral head facies" de Marshall et Davies) ou encroûtés ("encrusted coral head facies" de Marshall et Davies) par des algues rouges. Ces faciès correspondent aux zones construites avec organismes relativement nombreux en position de croissance ou faiblement remaniés. En Australie, au cours de l'Holocène, ces faciès sont sur la marge Au Vent et prédominent en eaux peu profondes.

(2) d'énergie modérée où les coraux branchus ("branching coral facies" de Marshall et Davies) peuvent être ou non liés par des algues rouges encroûtantes. Ils correspondent dans les forages aux accumulations de débris de branches coralliennes. Dans la Grande Barrière récifale australienne, il se situent dans un environnement protégé ou de basse énergie sur la marge Sous le Vent (Marshall et Davies, 1982, 1984). En Nouvelle-Calédonie, ils constituent des accumulations en arrière des zones productrices. Une grande

partie de ces accumulations de débris de coraux branchus, notamment ceux des côtes est et nord pourrait être due au démantèlement, par le déferlement, des formes branchues des parties antérieures du récif comme l'a constaté Montaggioni (1978) dans les Mascareignes.

(3) d'énergie modérée où des coraux lamellaires alternent ou non avec des algues rouges encroûtantes. Ils sont trouvés, en forages, dans les zones d'arrière-récif ou d'avant-récif.

2/ Association où dominent les Corallinacées : elle caractérise l'unité holocène des récifs de la côte sud-est et de certains récifs des côtes est et nord. Ces faciès sont généralement typiques des récifs les plus évolués et des zones de forte énergie (Gabrié, 1982, Davies et Montaggioni, 1985). Cette association est représentée dans :

(1) des faciès récifaux de haute énergie où des encroûtements d'algues rouges sont souvent associées à des Vermetidés et / ou des foraminifères encroûtants. Ils correspondent aux faciès d'énergie la plus élevée et sont en outre situés dans les eaux les moins profondes (Marshall et Davies, 1982, 1984, Davies et Montaggioni, 1985). On les trouve surtout dans l'Holocène de la côte sud-est.

(2) des faciès de haute énergie de dalle à revêtement algaire (= "algal pavement" de Marshall et Davies) composés de fragments de coraux branchus, mollusques, encroûtés par des algues rouges et éventuellement par des foraminifères. Ils correspondent dans les forages à des accumulations de débris de coraux branchus plus ou moins usés et plus ou moins roulés. On les trouve comme les précédents dans l'Holocène de la côte sud-est mais également sur les côtes est et nord.

3/ Association où dominent les *Halimeda* : elle est typique des récifs pléistocènes de la côte sud-est : selon Gabrié (1982), les *Halimeda* peuvent caractériser les zones d'accumulation de faible énergie, mais leur répartition peut être ubiquiste dans le cas de récifs en mode calme (c'est le cas du Pléistocène récifal de Ricaudy). Dans la Grande Barrière récifale australienne, ces faciès à *Halimeda* caractérisent aussi bien les environnements les plus abrités sur les platiers récifaux (Flood et Scoffin, 1978) que les zones les plus agitées (Montaggioni, comm. pers.). Dans l'Océan Indien, le faciès à *Halimeda* typique de la partie interne du platier Sous le Vent (Gabrié, 1982), se trouve dans la partie externe des platiers (Montaggioni, 1978). Dans les récifs étudiés, l'étude sédimentologique montre que les débris d'*Halimeda* sont dans des environnements d'énergie modérée.

4/ Association où dominent les mollusques : elle est surtout présente dans le Pléistocène de Ricaudy. Elle caractérise les herbiers et algueraies, lagons et dépressions d'arrière-récif, le pourcentage des bioclastes coquilliers décroissant lorsque que l'on s'approche des bioconstructions (Montaggioni, 1978).

5/ Association où dominent les grands foraminifères benthiques : leur répartition est ubiquiste, mais, ils abondent dans les zones externes ou internes et caractérisent souvent des fonds de lagon en avant des récifs frangeants, ou des ensembles pré littoral ou frontorécifal (Montaggioni, 1978, Gabrié, 1982). Cette association est courante dans certains niveaux du Pléistocène des côtes sud-est et sud-ouest.

6/ Association où dominant les Corallinacées, *Halimeda*, mollusques et foraminifères benthiques : cette association, caractéristique du Pléistocène de la côte sud-est, correspond généralement à des faciès d'énergie modérée où les débris s'accumulent.

b/ Détermination des associations par les analyses statistiques (cf annexe) :

Elles précisent les associations déterminées par les méthodes classiques et mettent en évidence les facteurs écologiques et sédimentologiques :

1/ Résultats des analyses hiérarchiques des variables :

Elles montrent dans les récifs de Tara et du Caillou (forages 6 et 11) de très fortes corrélations entre mollusques et échinodermes et entre l'ensemble mollusques, échinodermes, foraminifères et algues vertes (figure 30). Les coraux et les algues rouges sont indépendants. Par contre on constate des points différents dans le récif de Tara (forage 6), où une corrélation de 0,20 existe entre coraux et micrite alors que dans le récif du Caillou (forage 11), la micrite est fortement "corrélée" avec les foraminifères. Ces différences résident dans la plus grande fréquence des scléractiniaux dans le forage 6 que dans le 11. Cela traduit des différences dans l'accumulation de ces bioclastes : le forage 6 est dans une zone plus constructrice que le 11 où les accumulations semblent prédominantes. Cependant, les 2 graphiques montrent 2 ensembles : le premier où dominant coraux et algues rouges (constructeurs primaires des récifs) et le second où sont associés mollusques, échinodermes, foraminifères et algues vertes (constructeurs secondaires des récifs).

2/ Résultats de l'analyse factorielle des correspondances :

Cette analyse permet de définir les facteurs régissant la distribution des bioclastes dans les récifs de Tara et du Caillou :

*** Dans le récif de Tara (forage 6) :** 4 axes totalisant 85,58 % de la variance ont été retenus :

- axe 1 déterminé par les variables coraux et sparite = 35,70% ;
- axe 2 déterminé par les algues rouges = 23,16% ;
- axe 3 déterminé par les foraminifères et le détritisme = 17,28% ;
- axe 4 déterminé par la micrite = 9,44%.

Dans les plans factoriels des axes 1 et 2 (58,86% de l'information) (figure 31), des axes 1 et 3 (52,98%) et des axes 1 et 4 (45,14%), l'axe 1 qui oppose les coraux (ou les algues rouges) aux mollusques, échinodermes, foraminifères et algues vertes a donc une signification écologique : il y a opposition entre bioconstructions et faciès d'accumulation résultant du démantèlement des herbiers et / ou algueraies. Cet axe 1 souligne également les oppositions coraux et détritisme ainsi que coraux et algues vertes. Cette dernière discrimination (mise en évidence par l'analyse multivariée, mais observée par ailleurs dans tous les récifs frangeants, indépendamment des points de forages) est corrélative à une opposition entre constructeurs holocènes et pléistocènes des récifs frangeants du sud-est et dans une moindre mesure du

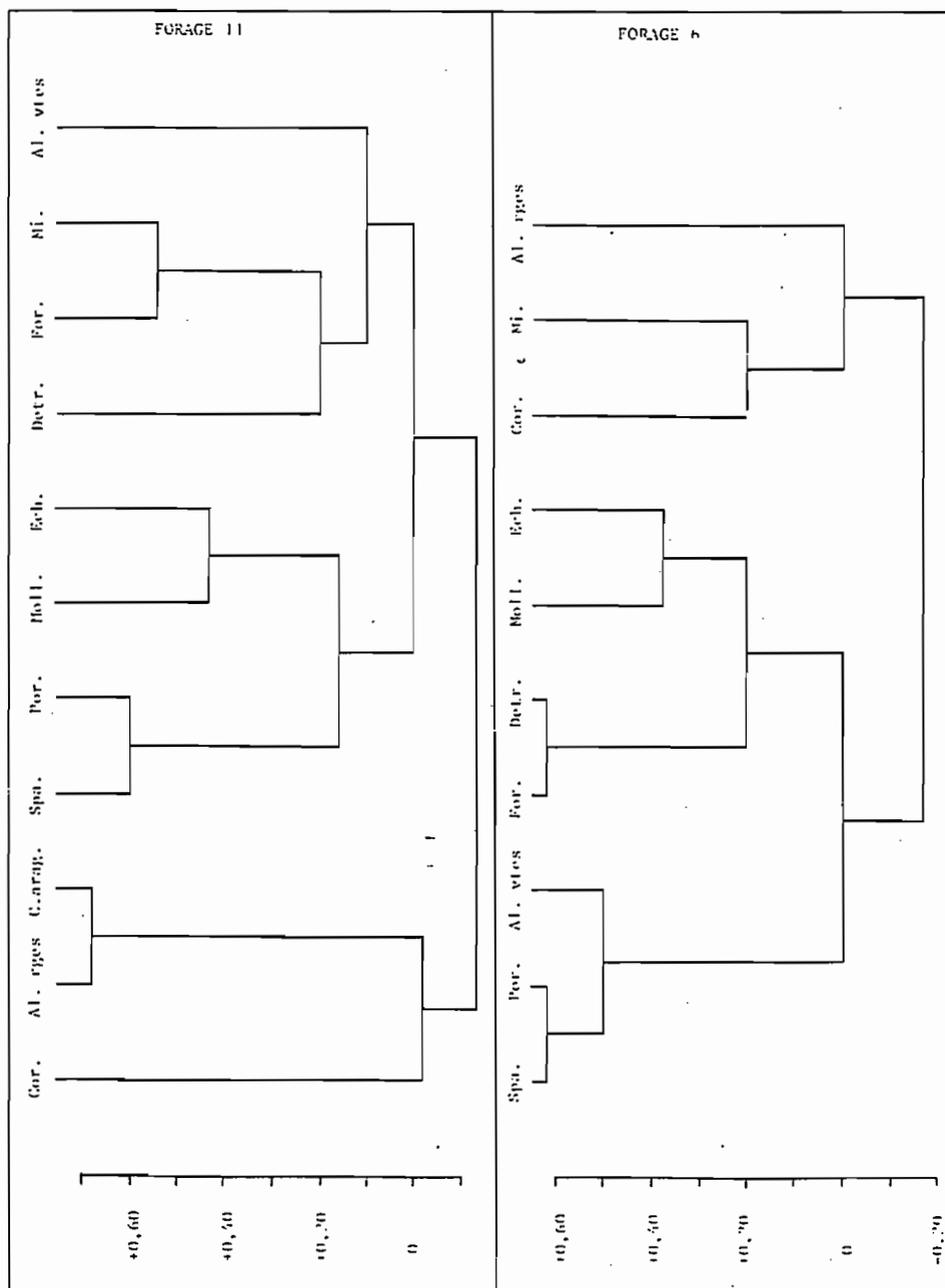


Figure 30 : analyses hiérarchiques des principales variables du forage 6 (récif de Taa) et du forage 11 (récif du Caillou)

sud-ouest de la Grande Terre. Les sites de la côte sud-est montrent une richesse en *Halimeda* dans le Pléistocène au point des forages. On peut remarquer de même que le substratum pléistocène des récifs holocènes de la Grande Barrière australienne est composé de calcaires récifaux riches en *Halimeda* (Marshall, 1983-b, Johnson et al., 1984). Plusieurs facteurs interviennent dans la différenciation des faciès riches en coraux et des faciès riches en *Halimeda* dont des Facteurs océanographiques, hydrodynamiques et biologiques : actuellement nous savons que la prolifération des peuplements à algues est liée à la richesse des eaux en nitrates et phosphates (Abel et Drew, 1985, Davies et Kinsey, 1979 in : Davies et al., 1985, Drew et Abel, 1985, Davies, 1986, Hallock et Schlager, 1986) mais l'hydrodynamisme et l'activité organique déterminent la nature des fonds récifaux sédimentaires (Flood et Scoffin, 1978, Gabrié, 1982) et par conséquent les peuplements. Ce sont ces derniers facteurs, notamment les conditions hydrodynamiques, qui ont très certainement permis le développement des *Halimeda* au cours du Pléistocène sur la côte sud-est (actuellement les *Halimeda* sont très rares dans l'Holocène de cette côte) : le fonctionnement du récif barrière (actuellement immergé en raison de mouvements tectoniques) aurait permis l'établissement de récifs frangeants en mode moins battu, propices au développement d'algueraies alors que les coraux massifs et les algues rouges encroûtantes dominent actuellement dans un environnement de mode très agité.

Dans les plans factoriels des axes 1 et 2 (58,86% de l'information) et des axes 2 et 3 (40,44%), l'axe 2 oppose les faciès riches en algues rouges, mollusques et foraminifères à ceux riches en algues vertes, mais différencie surtout les faciès à coraux des faciès riches en algues rouges. On dénote ici une discrimination des constructeurs primaires, en relation soit avec l'hydrodynamisme et/ou le substrat (compétition entre organismes coralliens et algaires), soit en relation avec des événements exceptionnels (tempêtes par exemple) provoquant la destruction d'organismes et une nouvelle colonisation.

Dans les plans factoriels des axes 1 et 3 (52,98% de l'information) et axes 2 et 3 (40,44%), l'axe 3 oppose les faciès riches en foraminifères (et/ou mollusques) à ceux riches en algues vertes et ceux riches en coraux et algues rouges. Cela nous montre que le substrat n'est pas le seul facteur régissant la répartition des foraminifères.

• Dans le récif du Caillou (forage 11) : 4 axes totalisant 82,11% de la variance ont été retenus :

- axe 1 déterminé par les coraux et la micrite = 36,77% ;
- axe 2 déterminé par les algues rouges = 23,97% ;
- axe 3 déterminé par la micrite et la sparite = 13,90% ;
- axe 4 déterminé par le détritisme = 7,47%.

Dans les plans factoriels des axes 1 et 2 (60,74% de l'information) (figure 32), des axes 1 et 3 (50,67%) et des axes 1 et 4 (44,24%), l'axe 1 oppose coraux et algues rouges aux algues vertes, mollusques et échinodermes, c'est à dire les bioconstructions coralliennes et les peuplements à Corallinacées aux faciès d'accumulation des algueraies et herbiers. Cet axe a donc une signification écologique par différenciation des organismes constitutifs du récif et hydrodynamique par différenciation des bioconstructions et des faciès d'accumulation ou de démantèlement. (remarque : l'axe 1 oppose également ciment aragonitique -diagenèse marine holocène- et ciment sparitiques d'eaux douces -diagenèse d'eaux douces pléistocène consécutive à une émergence-). Il a donc aussi une signification diagénétique et chronologique.

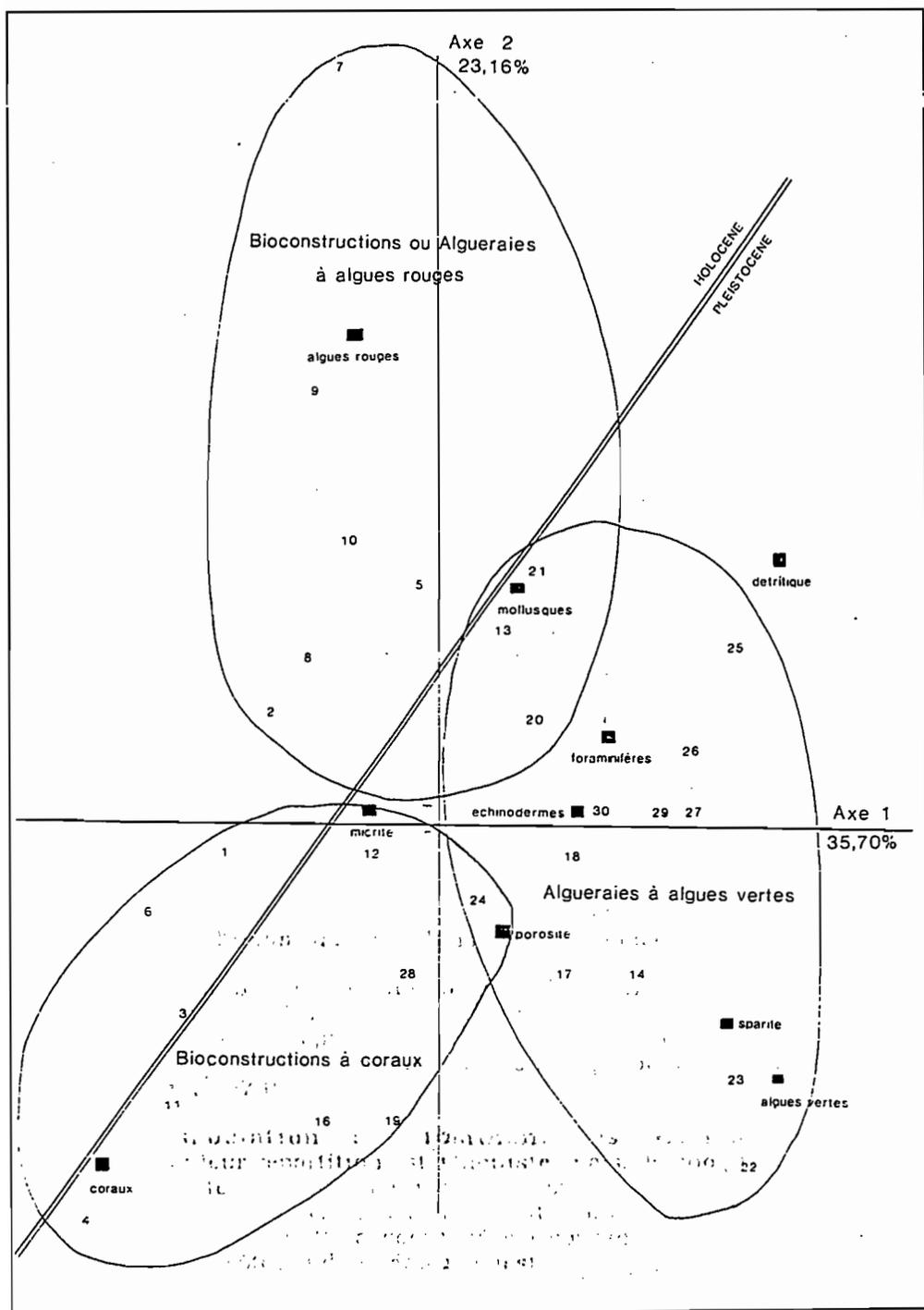


Figure 31 : récif de Tara, forage 6 : analyse factorielle des correspondances : projection des variables et des échantillons dans le plan des axes 1 et 2

Dans les plans factoriels des axes 1 et 2 (60,74% de l'information) et des axes 2 et 3 (37,87%), l'axe 2 oppose les faciès riches en foraminifères à ceux riches en mollusques et échinodermes et, dans une moindre mesure, les faciès riches en coraux à ceux riches en algues rouges. Cet axe a donc également une signification écologique permettant de différencier 2 ensembles de constructeurs secondaires.

Dans les plans factoriels des axes 1 et 3 (50,67% de l'information) et des axes 2 et 3 (37,87%), l'axe 3 oppose les faciès riches en algues vertes et foraminifères à ceux riches en algues rouges. Cet axe permet de discriminer des faciès à algues, différenciant ainsi des associations difficiles à individualiser par les méthodes classiques.

3/ Résultats de l'analyse en composantes principales dans le forage de Tara (forage 6) :

Cette analyse a permis de préciser le rôle de certains constructeurs dans le récif de Tara :

- **Projection des variables** : elle met en évidence un certain nombre de caractéristiques : dans le plan factoriel des axes 1 et 2 (46,52% de l'information), un examen des variables montre un gradient écologique, qui traduit l'évolution du récif de Tara au point du forage 6, avec succession de faciès riches en foraminifères, puis mollusques et échinodermes (en relation avec des algueraies ou des herbiers) puis des faciès riches en *Halimeda* (algueraies récifales) puis des faciès riches en algues rouges et scléractiniaires (bioconstructions).

- **Projection des échantillons** : elle met en évidence la succession des faciès holocènes puis pléistocènes se répartissant en fonction de la profondeur. Ce net gradient chronologique observé dans le plan factoriel des axes 2 et 3 (31,77% de l'information) est en relation avec les compositions faunistiques et floristiques différentes mais également avec les processus météoriques (dissolution et cimentations comme nous le verrons dans la quatrième partie).

II-3-Rôle de la bioérosion :

La destruction biologique dans les récifs néocalédoniens a pour conséquences la création de vides (cf. quatrième partie) mais son rôle est complexe :

a/ Production de sédiments : dans certaines cavités, les remplissages de micrite (sens strict) à débris dont certains sont intensément découpés par les clones, proviendraient de l'action des bioérodeurs. Ils contribuent ainsi au recyclage des sédiments carbonatés comme l'ont montré divers auteurs (Boekshoten, 1966, Fütterer, 1974, Montaggioni, 1978, Scoffin et al., 1980, Young et Nelson, 1985, Hutchings, 1986).

b/ La bioérosion régit la répartition des bioclastes à l'intérieur des récifs coralliens, en contrôlant notamment la fragmentation des constructions coralliennes :

1/ Dans les récifs holocènes de la côte est et sud-ouest, la bioérosion des coraux massifs conduit à une réduction de leur diamètre permettant ainsi la formation d'accumulations avoisinantes (donnant parfois

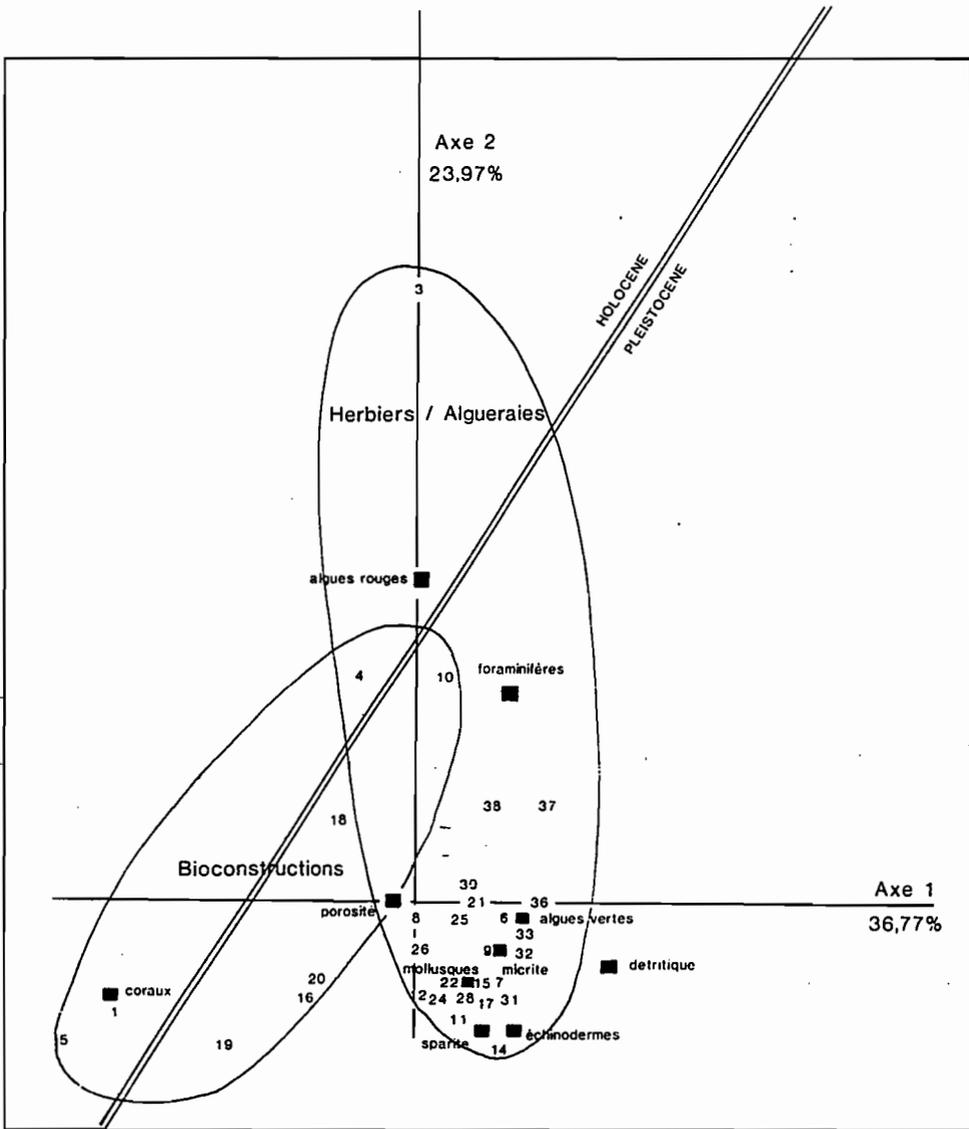


Figure 32 : récif du Caillou, forage 11 : analyse factorielle des correspondances : projection des variables et des échantillons dans le plan des axes 1 et 2

des grainstones comme dans le récif Ricaudy) ;

2/ Les faciès récifaux à coraux branchus observés dans l'Holocène de nombreux récifs des côtes est et nord et le Pléistocène de Ricaudy, sont le résultat conjoint de la bioérosion et de l'hydrodynamisme, processus à l'origine de la fragmentation et de l'usure des branches qui s'accumulent dans les sédiments bioclastiques.

c/ Les trames coralliennes ne sont pas toujours conservées et l'action des bioérodeurs peut donc conduire à la constitution de faciès sédimentaires biodétritiques. Dans le récif Ricaudy sur la côte sud-ouest et de nombreux récifs des côtes est et nord, on observe dans l'Holocène que :

1/ Les faciès récifaux de la partie sommitale sont profondément bioérodés et lithifiés (stabilisation du niveau marin bloquant la croissance récifale verticale) ;

2/ Les faciès récifaux de la partie basale sont très peu bioérodés et lithifiés, (montée rapide du niveau marin d'où croissance récifale plus rapide et taux de calcification plus élevés).

II-4-Conclusion :

La répartition des débris organiques répond à de nombreuses exigences hydrodynamiques mais aussi biologiques (bioérosion, biotopes des organismes), et on constate des différences stratigraphiques, locales et régionales dans la répartition des constituants bioclastiques et des principales associations:

a/ Différences stratigraphiques : les constituants bioclastiques se répartissent différemment suivant les époques d'installation des récifs et leur position sur le platier :

1/ A l'Holocène, débris coralliens et algues rouges encroûtantes prédominent et leur répartition sur les platiers est primordiale (figure 33).

2/ Au Pléistocène, la répartition des algues (Corallinacées branchues et *Halimeda*), mollusques et grands foraminifères benthiques est essentielle dans la compréhension de la répartition des bioclastes. Les bioclastes d'origine corallienne et algaire (algues encroûtantes) sont beaucoup plus rares (figure 34).

b/ Différences locales : dans les parties externes des platiers où les constructions coralliennes massives sont nombreuses, la lithification est plus intense, et les faciès observés sont compacts. Dans les parties internes des platiers, les faciès résultent de l'accumulation de nombreux débris souvent après transport. Les différences observées s'expliquent par les conditions hydrodynamiques et environnementales locales. L'étude microscopique apporte à ce sujet d'amples renseignements.

c/ Différences régionales :

1/ Dans les carottages de l'est et du nord, où l'hydrodynamisme est élevé à modéré suivant les sites, on observe : des bioconstructions à coraux massifs (Favidiés ou Poritidés) ; des débris de coraux branchus Acroporidés (pouvant être encroûtés par des algues rouges) ; des coraux Acroporidés plus ou moins massifs et lamellaires intensément bioérodés et encroûtés par des algues rouges ;

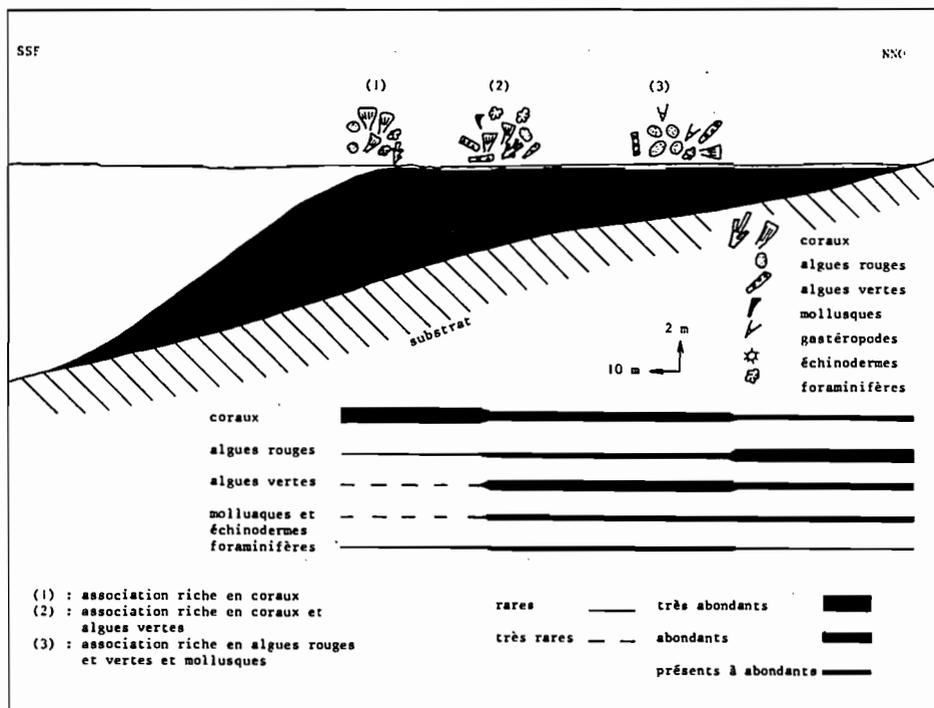


Figure 33 : nature et répartition des constituants bioclastiques dans l'Holocène : exemple du récif Ricaudy (côte sud-ouest)

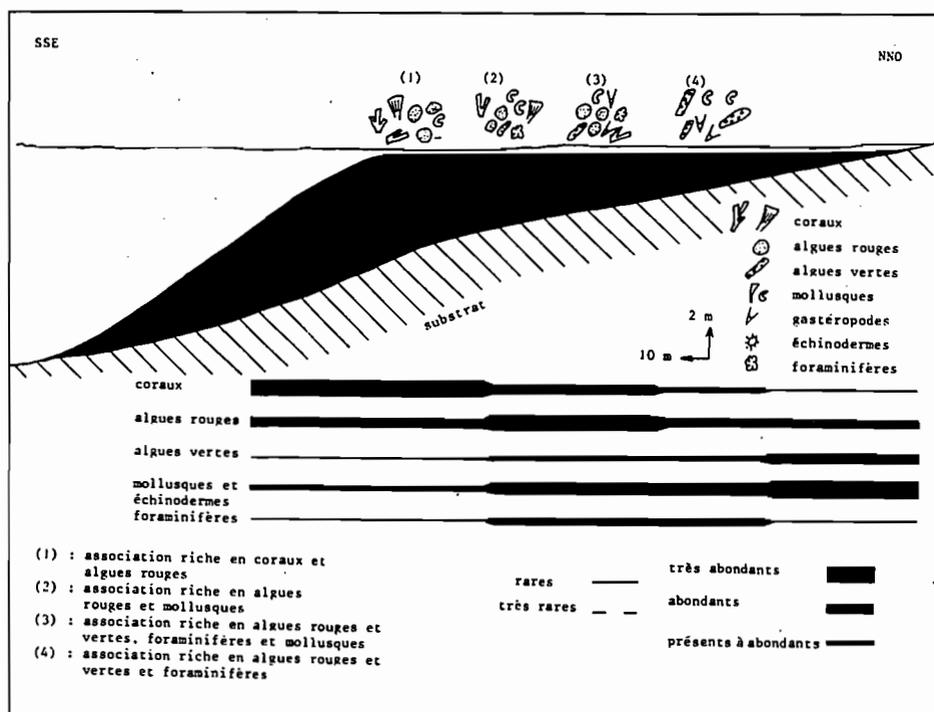


Figure 34 : nature et répartition des constituants bioclastiques dans le Pléistocène : exemple du récif Ricaudy (côte sud-ouest)

2/ Dans les carottages du sud-est, des bioconstructions à coraux massifs et à algues rouges encroûtantes sont liées à un hydrodynamisme très élevé ; des biocalcarénites à Corallinacées, *Halimeda*, mollusques, échinodermes et foraminifères benthiques.

3/ Dans les carottages du sud-ouest, on trouve des bioconstructions à coraux massifs et à algues rouges encroûtantes (hydrodynamisme modéré) ; des débris de coraux branchus ; des biocalcarénites à Corallinacées, *Halimeda*, mollusques, échinodermes et foraminifères.

III-Evolution des associations et des textures :

Il existe pour les récifs frangeants néocalédoniens, plusieurs modes d'évolution en relation avec les facteurs écologiques (répartition des constituants et détermination des associations) mais aussi tectoniques (succession des unités récifales) :

III-1-Récif Ricaudy :

a/ Les textures et les associations : plusieurs ensembles peuvent être reconnus avec la profondeur en forages (figures 35 et 36 ; les diagrammes de pourcentages des forages 34 et 35 sont reportés en annexe) :

1/ Dans le forage 1 de -17,0 à -17,50 m des boundstones à scléactiniaires massifs et algues rouges ;

2/ Des mudstones à microdébris et à algues rouges : forage 1 de -16,50 à -17,0 m ;

3/ L'accumulation de débris de branches donnent des "floatstones" à matrice de texture wackestone-mudstone à algues rouges, algues vertes, mollusques, échinodermes et foraminifères : dans le forage 1, de -13,50 à -16,50 m ; forage 34, de -8,0 à -13,0 m ; forage 35, de -12,0 à -15,0 m (avec vers -13,0 m, une construction corallienne massive, datée du Pléistocène, donnant un framestone) ; forage 37, de -6,0 à -10,0 m et de -11,0 à -14,80 m ;

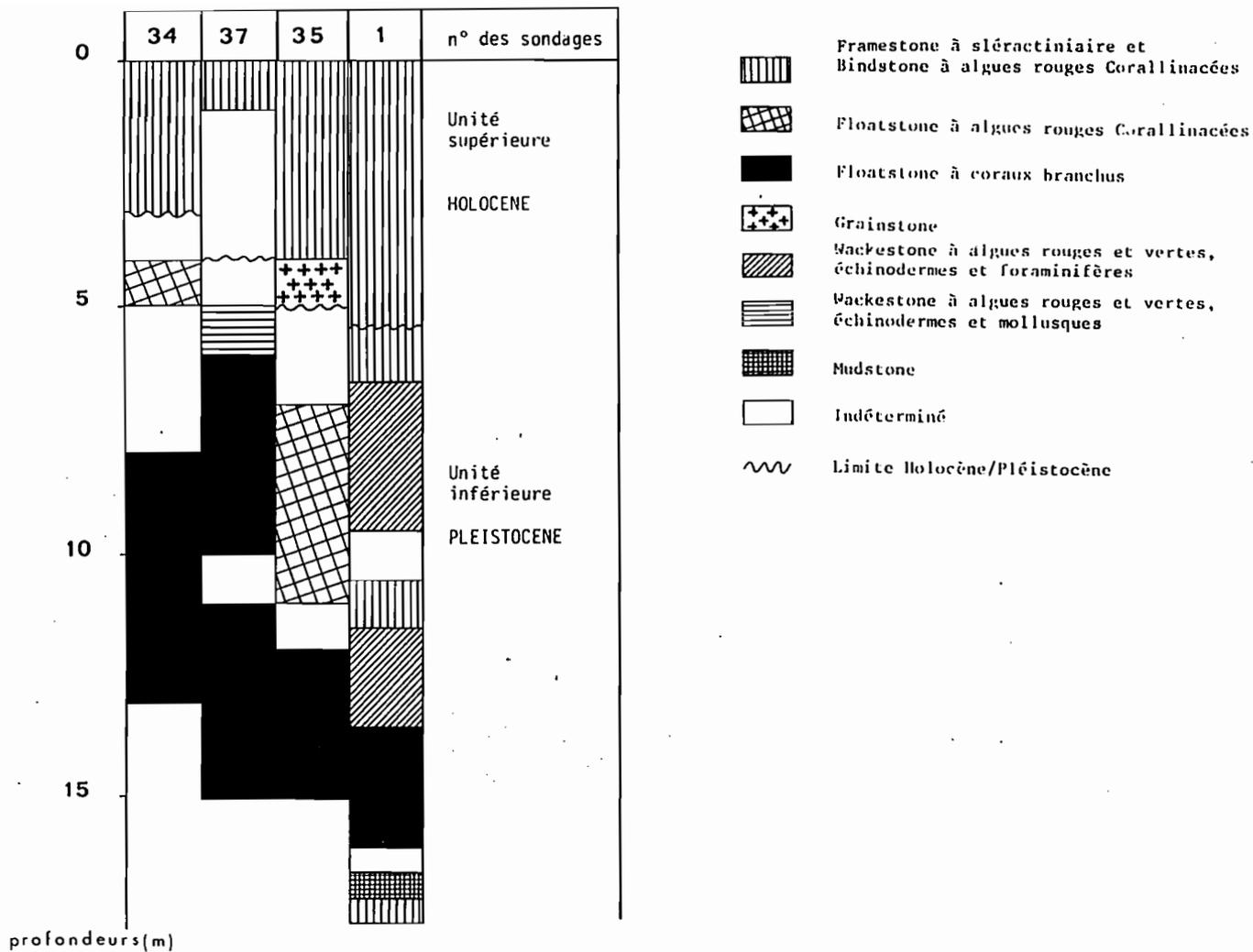
4/ Algues rouges, mollusques, échinodermes et foraminifères dominent dans le forage 1, de -6,50 à -9,50 m et de -11,50 à -13,50 m donnant des wackestones, mais entre -10,50 et -11,50 m, les débris coralliens donnent des boundstones. Dans le forage 37 de -5,0 à -6,0 m, une association à algues rouges, algues vertes, mollusques et échinodermes donnent des wackestones ;

5/ Dans les forages 34, de -4,0 à -5,0 m, et 35, de -7,0 à -11,0 m, algues rouges et gastéropodes dominent, donnant des floatstones (sens strict) dans une matrice de texture packstone-grainstone ou packstone-wackestone à wackestone-grainstone à nombreux organismes (algues rouges, algues vertes, mollusques, échinodermes et foraminifères) ;

6/ Dans le forage 35, de -4,0 à -5,0 m, les nombreux débris de scléactiniaires, algues rouges, algues vertes, mollusques, ... donnent des grainstones ;

7/ Association où dominent les débris coralliens massifs : dans le forage 1 jusqu'à -5,50 m, les coraux sont les constructeurs primaires exclusifs de l'édifice récifal (planche 13, photo 1). Dans le forage 35, ils dominent de 0 à -3,50 m, associés à quelques Corallinacées et dans le forage 34, coraux et Corallinacées (formes encroûtantes) sont exclusifs de 0 à -2,50 m. Les boundstones (framestones et / ou bindstones) sont les textures

Figure 35 : les textures dans les forages du récif Ricaudy



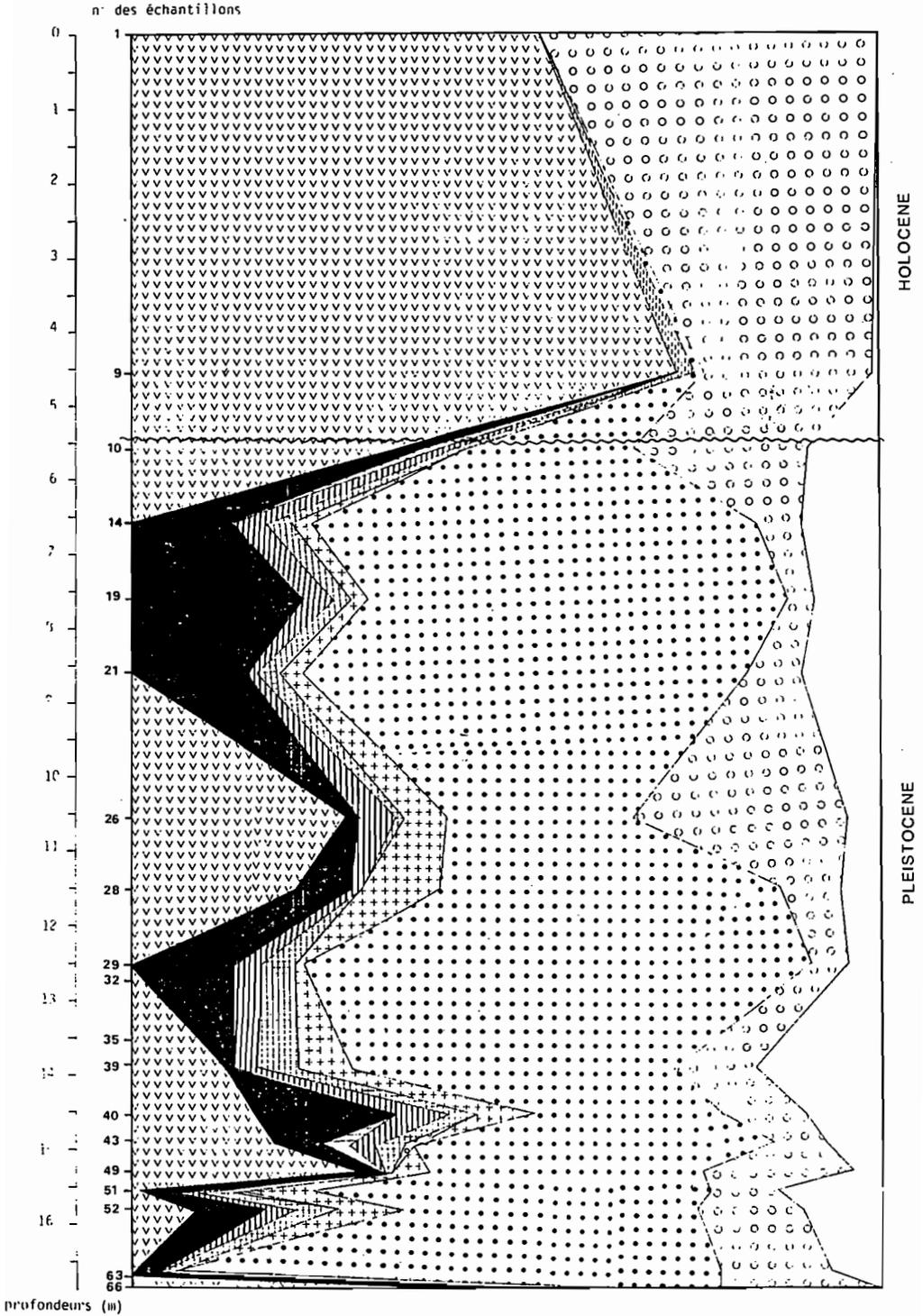
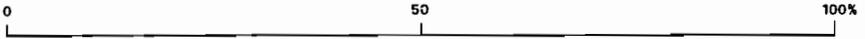


Figure 36 : diagramme de pourcentage des constituants du forage 1

caractéristiques.

b/ Reconstitution de l'évolution du récif Ricaudy :

Au Pléistocène, l'établissement du récif débute par des constructions coralliennes massives (association 1) dont le développement est stoppé brutalement (association 2), puis les constructions coralliennes branchues s'épanouissent et dominant dans les parties externes du platier et alimentent en débris les fonds d'arrière-récif où les herbiers et algueraies prolifèrent favorisant le développement des mollusques et des foraminifères (association 3) : mollusques et échinodermes dans le forage 34 apparaissent à -4,0 m et restent présents jusqu'à la base du forage (planche 6, photos 5 et 8) et leur pourcentage d'abord élevé de -4,0 à -11,0 m décroît jusqu'à -13,25 m ; dans le forage 35, ils montrent la même répartition que les algues vertes, mais sont présents jusqu'à la base du forage (les plus forts taux sont associés aux niveaux où les algues rouges et vertes sont les plus abondantes). Les herbiers et algueraies prolifèrent comme le montrent l'abondance de foraminifères benthiques associés aux clastes algaires (associations 5 et 4) : les foraminifères benthiques, dans le forage 1, présents de -5,50 m à la base du forage ont des pourcentages élevés de -12,50 à -15,75 m et des taux nuls à -11,50 et -16,75 m qui correspondent à des niveaux de débris de constructions coralliennes massives (associations 5 et 4) (planche 6, photo 4) ; dans le forage 34, ils apparaissent également vers -4,0 m et sont abondants jusqu'à -13,0 m, associés aux algues vertes et rouges, mollusques et échinodermes (planche 5, photos 3 et 4 ; planche 6, photo 1) ; dans le forage 35, le pourcentage des foraminifères benthiques, présents à partir de -3,50 m est relativement constant jusqu'à la base du forage. Les *Halimeda* : dans le forage 1, elles ne sont présentes de façon significative qu'à -14,80 m ; par contre dans le 34 elles sont de plus en plus abondantes à partir de -4,0 m où elles apparaissent jusqu'à -11,75 m ; dans le forage 35, présentes de -3,50 à -13,0 m, elles ne dominant pas (planche 4, photos 5 et 6).

A l'Holocène, l'activité constructrice des scléractiniales et des Corallinacées encroûtantes est active au niveau de la partie externe du platier (association 6), alors qu'en arrière se développent des herbiers et algueraies dans lesquels prolifèrent mollusques, foraminifères et rares mollusques (association 7).

III-2-Récif de Tara : l'évolution de ce récif, à l'Holocène et au Pléistocène, diffère de celui de Ricaudy :

a/ Les textures et les associations (le diagramme de pourcentage du forage 5 est reporté en annexe) :

- Dans le forage 2 (figures 37 et 38) :

1/ De -5,50 à -7,0 m, association à scléractiniales et Corallinacées. Cette association donne des framestones et des bindstones ;

2/ De -3,0 à -5,50 m, l'association à foraminifères benthiques, mollusques, échinodermes, algues vertes et rouges donne des wackestones et des wackestones / packstones ;

3/ De 0 à -3,0 m, scléractiniales et algues rouges abondent et dominant tour à tour (les scléractiniales de 0 à -1,50 et de -2,50 à -3,0 m ; les algues de -1,50 à -2,50 m). Cette association donne des framestones et des bindstones.

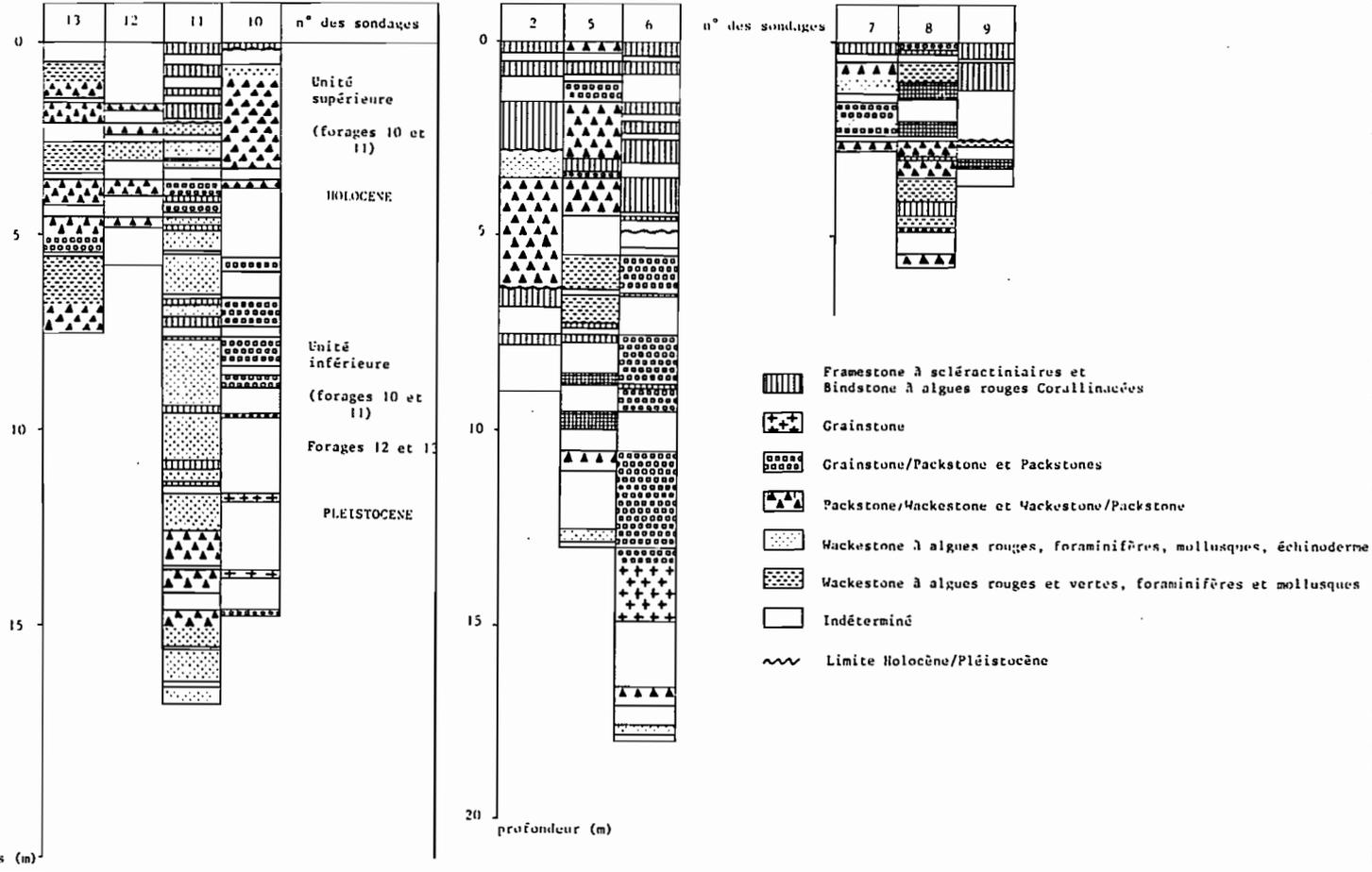


Figure 37 : les textures dans les récifs de Tara, Gouaé et du Caillou (côte sud-est)

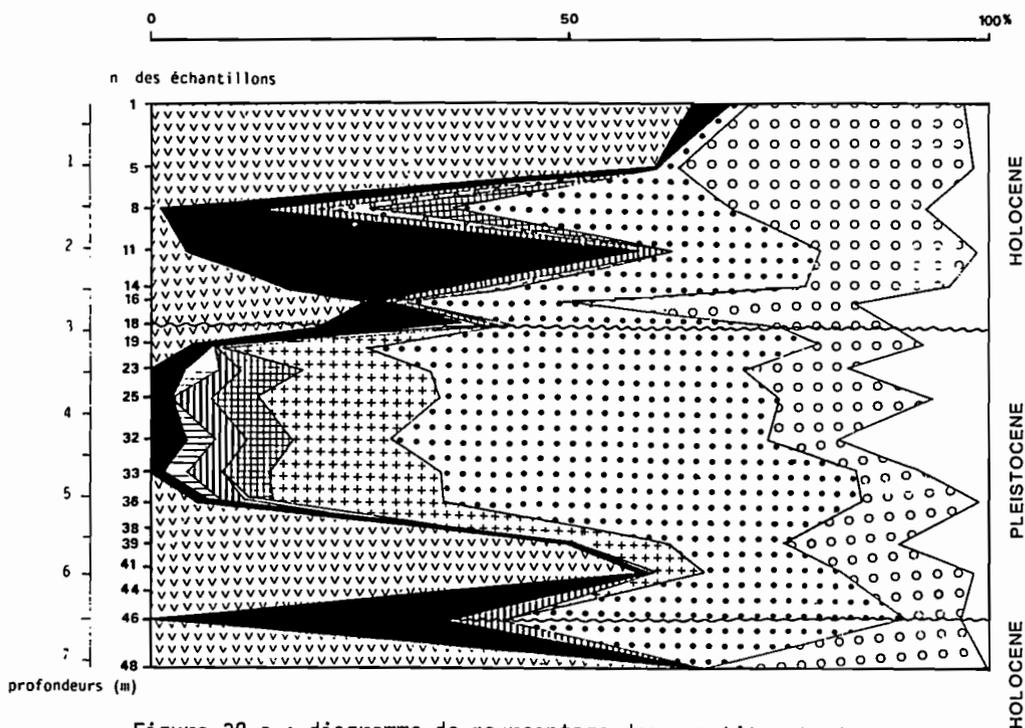


Figure 38-a : diagramme de pourcentage des constituants du forage 2

Légende (commune à tous les diagrammes de pourcentage des constituants)

-  scléactiniaires
-  algues rouges Corallinacées
-  algues vertes Halimeda
-  mollusques et échinodermes
-  foraminifères benthiques
-  spicules d'alcyonaires
-  détritique
-  ciment microsparitique et sparitique
-  micrite indifférenciée
-  ciment en aiguilles
-  porosité
-  indéterminés
-  Discontinuité Holocène / Pléistocène

Figure 38 : diagramme de pourcentage des constituants du forage 2 et du forage 6 (récif de Tara)

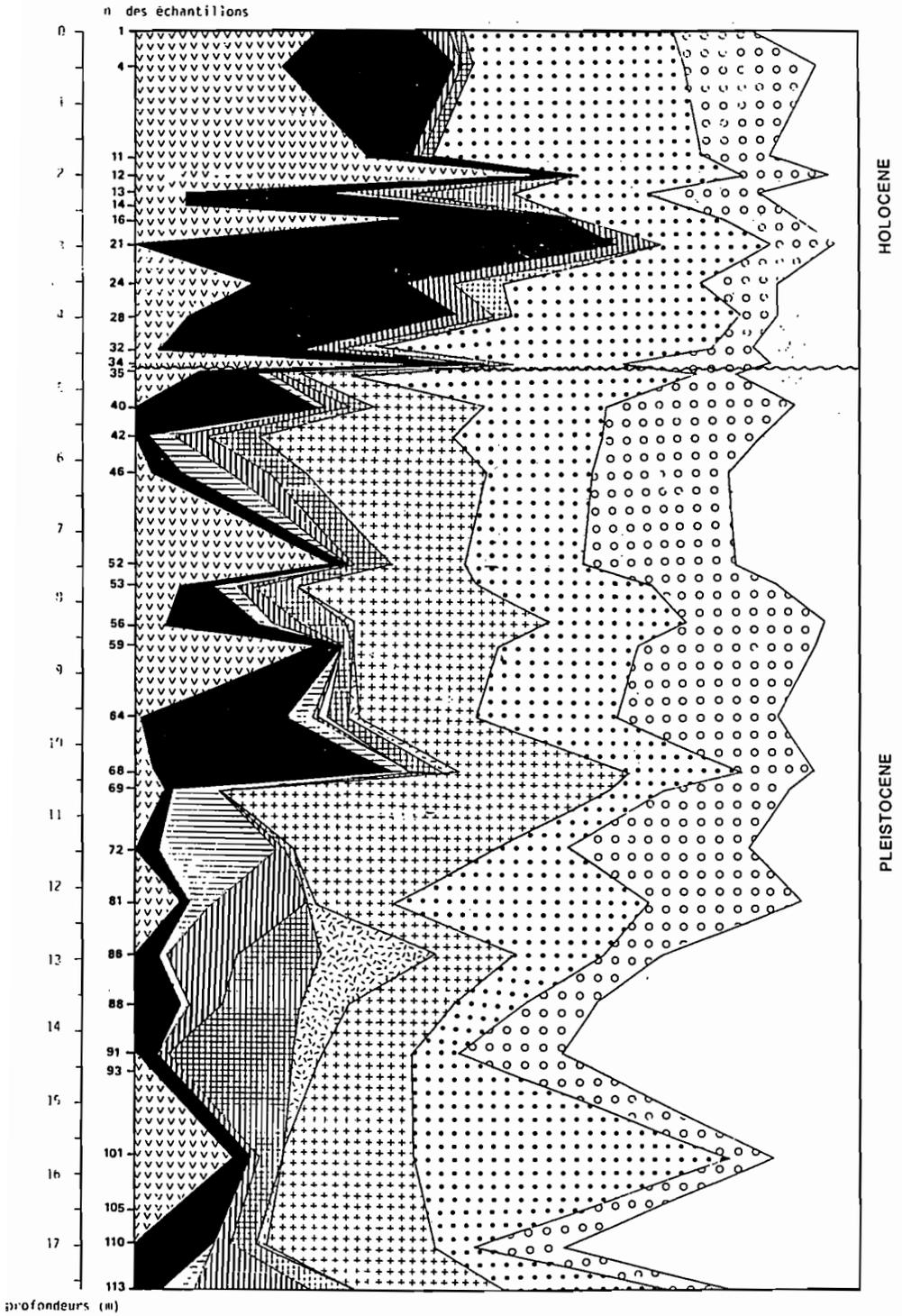


Figure 38-b : diagramme de pourcentage des constituants du forage 6

- Dans le forage 6, plusieurs associations ont été reconnues (figures 37 et 38) :

1/ De - 15,50 à -17,50 m : association à Corallinacées, *Halimeda*, mollusques, foraminifères benthiques sans aucune dominance de bioclastes. Les wackestones et les packstones / wackestones dominent ;

2/ De -10,50 à -15,50 m, même association que précédemment : de -10,50 à -12,0 m, les *Halimeda* dominent ; de -12,0 à -13,0 m, les mollusques et échinodermes, de -13,0 à -15,50 m, les foraminifères benthiques. Les textures de ces niveaux sont dominées par des packstones et des wackestones / packstones ;

3/ De -5,0 à -10,50 m : association à Corallinacées, *Halimeda*, mollusques, foraminifères benthiques alternant avec une association de coraux massifs et de Corallinacées encroûtantes (planche 4, photo 9). Ces associations donnent respectivement des wackestones à wackestones / packstones (et des packstones / wackestones), et de rares framestones ;

4/ De 0 à -5,0 m : association à algues rouges et / ou sclérorhynchiens massifs dominants et foraminifères benthiques et mollusques. Des bindstones et framestones dominent avec des wackestones et des wackestones / mudstones intercalés.

b/ Reconstitution de l'évolution du récif de Tara :

Au Pléistocène, un récif frangeant s'établit où dominent dans un premier temps des herbiers et algueraies récifaux associés à des foraminifères (associations 1 et 2 du forage 6). Puis les constructions coralliennes et algaires prédominent (association 3 du forage 6), différant cependant de celles du récif Ricaudy où les débris coralliens provenaient d'organismes branchus.

A l'Holocène, l'érosion marine est responsable du creusement de l'encoche de la base de la terrasse récifale dont des blocs peuvent se détacher (association 2 du forage 2). Les constructions coralliennes massives et algaires dominent (association 4 du forage 6 et associations 1 et 3 du forage 2), les encroûtements d'algues rouges étant particulièrement bien développés, contrairement à ce que l'on observait dans le récif Ricaudy. Toutefois, leur démantèlement provoquent des accumulations en arrière du platier ou sur la pente externe (faciès du forage 4, cf. log en annexe).

III-3-Récif de Gouaé : son étude permet de préciser et de détailler la succession des différentes associations observées préalablement dans le Pléistocène de Tara.

a/ Les textures et les associations :

- Dans le forage 8 (figures 37 et 39) on distingue 4 ensembles :

1/ De -4,50 à -5,75 m : association à Corallinacées et foraminifères benthiques dominants, avec en outre des *Halimeda*, mollusques. Les wackestones / packstones à packstones / wackestones dominent ;

2/ A -4,25 m environ : association de coraux massifs et d'algues rouges encroûtantes. Les textures sont des framestones et des bafflestones piégeant des remplissages de wackestones où dominent les foraminifères benthiques ;

3/ De -2,75 à -4,0 m : association dominée par les Corallinacées avec présence d'une fraction corallienne ainsi que de foraminifères benthiques. Les textures sont des wackestones et des wackestones / packstones, parfois des bindstones (planche 4, photo 2) ;

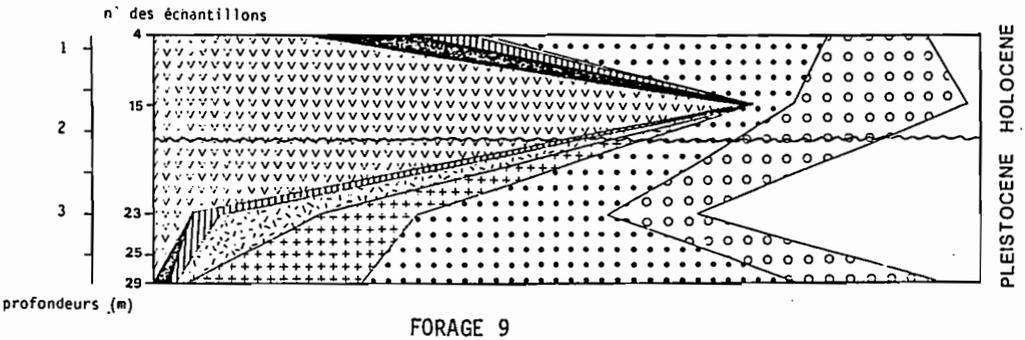
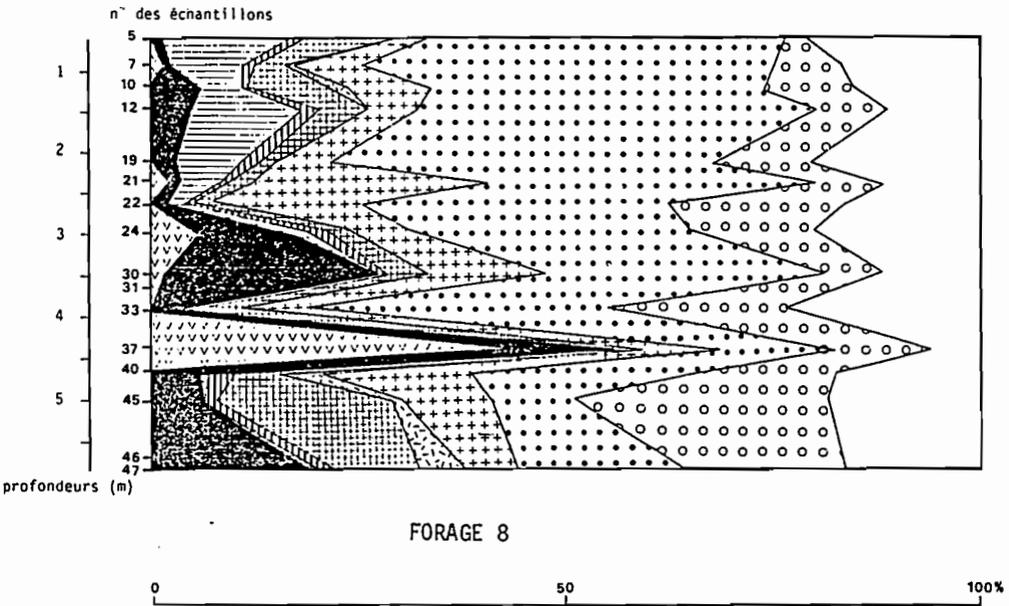
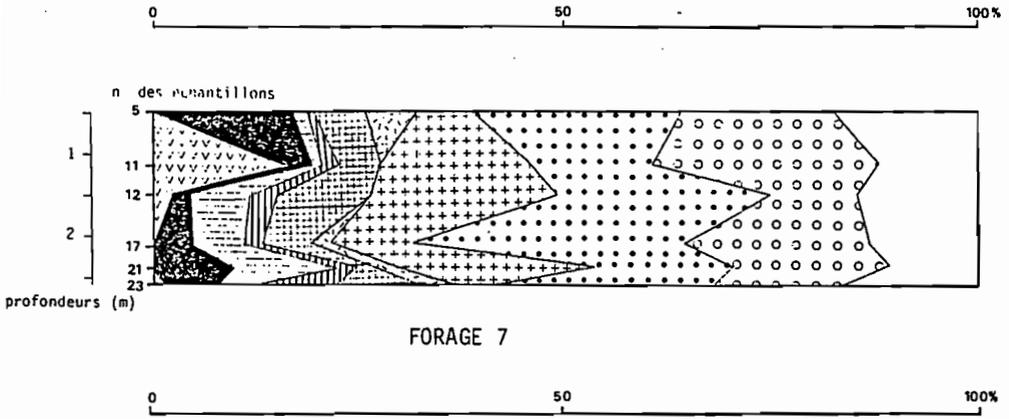


Figure 39 : diagramme de pourcentage des constituants des forages du site de Gouaé

4/ De 0 à -2,75 m : association dominée par les *Halimeda* et les foraminifères benthiques (planche 5, photo 6) dont les taux vont décroître simultanément. Les Corallinacées sont présentes mais moins abondantes. Les wackestones et les mudstones caractérisent cet assemblage.

- Dans le forage 9 (figures 37 et 39) 2 ensembles sont reconnus :

1/ Association très pauvre en bioclastes mais riche en micrite correspondant à des phases de remplissages successives, cet ensemble qui représente l'ancien récif (pléistocène) très altéré est caractérisé par des textures wackestones à mudstones ;

2/ Association de coraux massifs et de Corallinacées encroûtantes où la porosité est forte et les ciments micritiques abondants. Cet ensemble qui correspond au dépôt des sédiments récifaux actuels est caractérisé par des textures framestones et bindstones.

b/ Reconstitution de l'évolution du récif de Gouaé :

Au Pléistocène, des algues et herbiers récifaux en milieu agité constituent le premier stade de colonisation (association 1 du forage 8). Les algues se composent de Corallinacées très abondantes ainsi que d'*Halimeda* plus rares, constituant un biotope très favorable pour les foraminifères (association 2 du forage 8). La rareté des débris coralliens à la base des forages est expliquée par l'effet inhibiteur des apports détritiques et de l'agitation du milieu sur le développement des scléactiniaires. Puis, les conditions deviennent favorables à l'établissement de constructions coralliennes massives dont le démantèlement fournit de nombreux clastes aux faciès d'accumulation (associations 2 et 3 du forage 8). Une phase de soulèvement ou une baisse eustatique amène l'émersion de cette formation : érosion, cavités de dissolution karstique, remplacements et cimentations d'eaux douces caractérisent donc les faciès pléistocènes (associations 1 à 4 du forage 8 et association 1 du forage 9). A l'Holocène, l'érosion marine conduit à l'édification d'une plate-forme d'abrasion sur laquelle s'installent les constructions coralliennes massives (association 2 du forage 9).

III-4-Récif du Caillou : l'évolution de ce récif montre des différences, que nous allons détailler, par rapport aux 2 autres :

a/ Les textures et les associations :

- Dans le forage 11 (figures 37 et 40 ; le diagramme de pourcentage du forage 10 est reporté en annexe), on observe de haut en bas une disparition des scléactiniaires vers -11,50 m, une augmentation des foraminifères benthiques (s'accompagnant d'une diminution des pourcentages de ciments sparitiques à microsparitiques et de la porosité). Dans le détail 3 unités se succèdent :

1/ D'environ -11,50 à -16,75 m, absence de coraux dans les wackestones et mudstones / packstones (parfois des packstones / wackestones) : de -11,50 à -16,50 m : Corallinacées et foraminifères benthiques dominent ; les *Halimeda*, mollusques et échinodermes ne sont pas toujours présents dans l'association. D'environ -16,50 à -16,75 m : décroissance du taux de Corallinacées et de foraminifères benthiques (avec augmentation du pourcentage de la phase micritique) ;

2/ De -2,0 à -11,50 m : coraux massifs et algues rouges encroûtantes (entre -2,0 et -3,50 m ; entre -5,50 et -7,75 m et entre -10,25 et -11,50 m) donnent de rares bindstones et framestones, alternant avec une association de

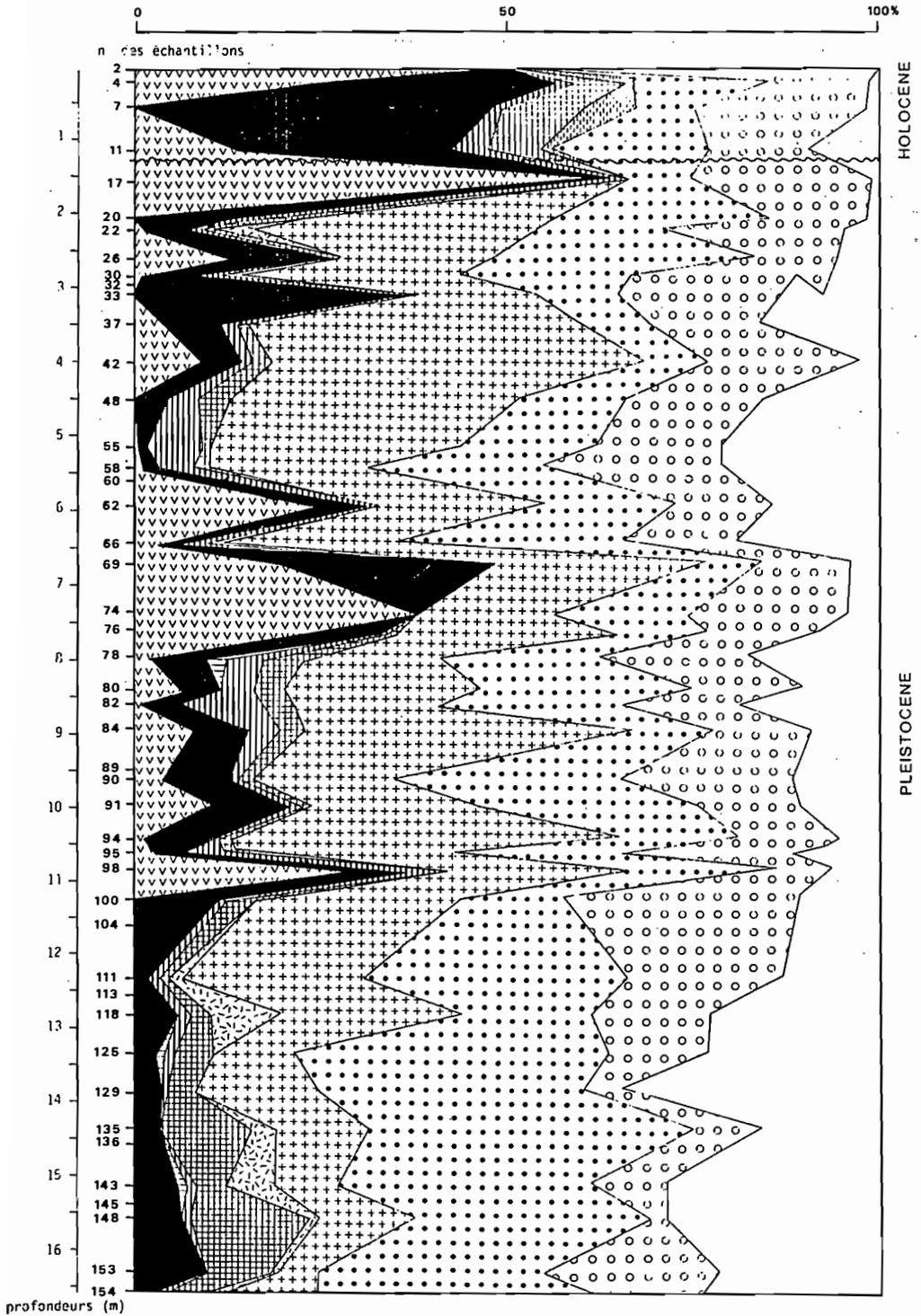


Figure 40 : diagramme de pourcentage des constituants du forage 11 (récif du Caillou)

Corallinacées, mollusques, foraminifères benthiques, donnant des wackestones à wackestones / packstones ; les *Halimeda* sont très rares (entre -3,50 et -5,50 m et entre -7,75 et -10,25 m) ;

3/ Sur les 2 premiers mètres, dominance de coraux massifs et d'algues rouges encroûtantes (planche 4, photo 3). Les foraminifères benthiques (encroûtants) abondent. La cimentation est exclusivement marine. Ce niveau correspond à la couche récifale actuelle (d'âge holocène) et se caractérise par des framestones et des bindstones (planche 4, photo 1).

- Dans les forages 12 et 13 (figure 37 et figures en annexe), 2 ensembles sont à distinguer :

1/ De -4,50 à -5,75 m dans le 12 et de -4,0 à -7,50 m dans le 13, mais surtout les foraminifères benthiques sont dominants (planche 5, photo 5) sur les Corallinacées. Dans le forage 12, les *Halimeda* apparaissent vers -5,0 m (dans le 13, elles sont rares). Les textures varient de wackestones à packstones / wackestones et wackestones / packstones ;

2/ De -1,50 à -4,50 m dans le 12 et de -0,50 à -4,0 m dans le 13 où Corallinacées et foraminifères benthiques dominent, donnant des textures packstones / wackestones et wackestones / packstones. Des textures bindstones sont présentes dans le forage 13.

b/ Reconstitution de l'évolution du récif du Caillou :

Au Pléistocène, sur les péridotites surmontées de formations latéritiques et de galets, s'installent des algueraias à Corallinacées et *Halimeda* (association 1 du forage 11) dont le développement est très important dans les parties internes du platier (associations 1 et 2 des forages 12 et 13). Le développement des scléactiniaires intervient plus tard (association 2 du forage 11 et 1 du 13) lorsque le substrat et l'hydrodynamisme sont plus favorables à leur installation. On observe dans le Pléistocène du Caillou, l'importante prolifération des foraminifères benthiques par rapport aux récifs de Tara et de Gouaé.

A l'Holocène, sur la plate-forme d'abrasion marine, s'établit un récif frangeant où constructions coralliennes massives et encroûtements algaires massifs dominent en raison des conditions hydrodynamiques de mode battu de cette côte (association 3 du forage 11).

III-5-Autres récifs :

Ils sont d'âge holocène (cf. tableau de datations n° 2) et concernent les côtes est et nord où leur évolution diffère très nettement des récifs holocènes des côtes sud. Les scléactiniaires dominent et sont parfois exclusifs. Cependant l'étude des lames minces de niveaux échantillonnés permet encore de différencier les récifs coralliens de la côte est (forages de Thio, Poindimié et Hienghène) et ceux des côtes nord (Pouébo et Poum).

a/ Les textures et les associations :

• Dans les récifs de Thio, Poindimié, Hienghène : les textures sont dominées par des framestones à scléactiniaires massifs et des bindstones à algues rouges, mais on observe :

1/ des remplissages de wackestones à Corallinacées, *Halimeda*, foraminifères benthiques, mollusques (gastéropodes dominants), échinodermes (rarement observés) spicules de Didemnidés sont observés

dans certains forages, comme le 18 (à Thio) et les 23, 24 (à Hienghène) ;

2/ des grainstones à spicules d'alcyonaires dans les forages 18 (à Thio), 24 (à Hienghène) ;

3/ de très nombreux minéraux détritiques dans la partie supérieure des carottages de Thio (forage 18, de 0 à environ -2,50 m) et de Hienghène (forage 22, de 0 à -1,50 m ; forage 23, de 0 à -2,50 m ; forage 24, de 0 à -1,50 m).

• **Dans les récifs de Pouébo et de Poum** : les textures sont presque exclusivement des framestones à scléactiniaires avec de rares bindstones à algues rouges encroûtantes.

b/ Reconstitution de l'évolution des récifs :

• **de Thio, Poindimié, Hienghène** : on observe le développement des coraux dont la destruction partielle fournit de nombreux clastes encroûtés préférentiellement par les algues rouges. Les produits du démantèlement des algueraies et herbiers récifaux s'accumulent sur les platiers (1). Parfois des peuplements d'octocoralliaires, qui indiquent des conditions défavorables au développement des hexacoralliaires, fournissent de nombreux spicules (2). Des apports continentaux viennent perturber le développement récifal (3).

• **de Pouébo et de Poum** : du fait de leur jeunesse (cf. tableau 2 de datations), on n'observe pas de nette évolution dans ces récifs si ce n'est la succession de peuplements coralliens (cf. chapitre données écologiques).

III-6-Conclusion :

La nature et la répartition des organismes et des associations montrent que les compositions faunistiques et floristiques varient dans le temps et l'espace (de même la cimentation et la porosité comme nous le verrons dans la quatrième partie).

a/ **A l'Holocène**, dans tous les récifs frangeants étudiés, les constructions à scléactiniaires massifs et/ou algues rouges et les faciès de démantèlement des constructions coralliennes branchues dominant. Ces faciès sont en relation avec la montée du niveau marin (cf. cinquième partie) et l'hydrodynamisme : en mode calme, sur les côtes sud-ouest (Ricaudy) et est (Pouébo) les constructions coralliennes massives dominant, avec parfois quelques épandages de coraux branchus consécutifs à des événements exceptionnels ; par contre, en mode battu, sur la côte sud-est, les encroûtements d'algues rouges sont parfois massifs ; en mode relativement agité, sur la côte est, coraux et algues rouges abondent.

b/ **Au Pléistocène**, dans les récifs frangeants des côtes sud-est et sud-ouest, où les faciès d'accumulation et de démantèlement dominant. Ils proviennent de la destruction d'édifices récifaux. On trouve ainsi une association à Corallinacées, *Halimeda*, mollusques, échinodermes et foraminifères benthiques dont les proportions varient suivant la profondeur en forage. Des débris de constructions coralliennes (coraux branchus et/ ou massifs) alternent parfois avec les faciès ci-dessus.

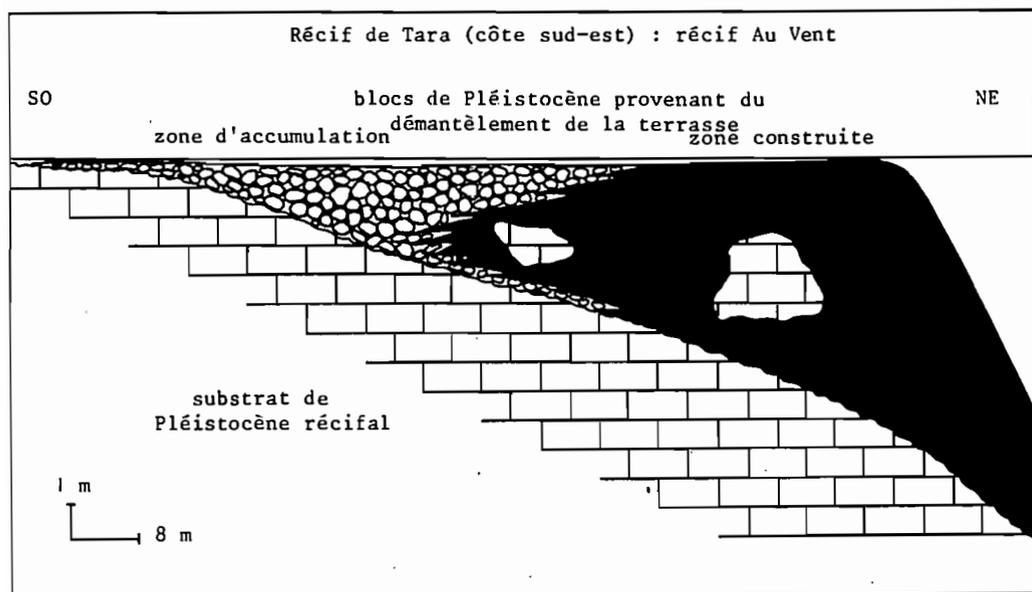
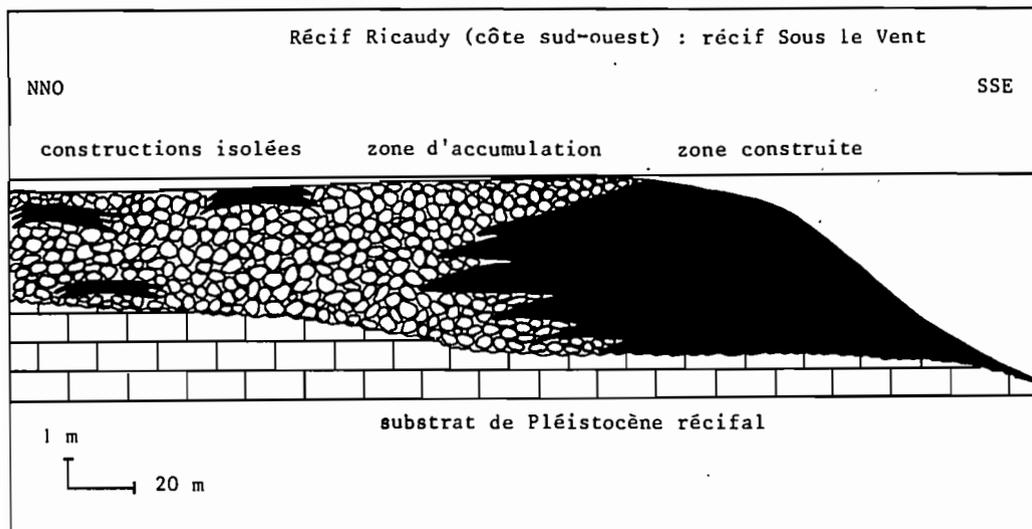


Figure 41 : différences entre l'Holocène récifal des côtes sud-est (Au Vent) et sud-ouest (Sous le Vent)

IV-Les biofaciès caractéristiques :

La répartition des constituants bioclastiques, des associations et des textures nous permettent de reconnaître des biofaciès caractéristiques dans les récifs frangeants néocalédoniens (figure 42).

IV-1-La trame construite :

- **Framestones à coraux massifs et / ou à algues rouges** : (planche 4, photo 1) : ils sont constitués de scléactiniaires en colonies. Le squelette corallien généralement bien conservé peut être cimenté précocement. La bioérosion qui affecte ces constructions se traduit par des perforations dues à des mollusques lithophages ou à l'action des clones. Des réseaux de galeries parcourent parfois les parois du squelette corallien dont la trame peut être encroûtée par des algues rouges dont les thalles se superposent et par des foraminifères (*Homotrema* cf. *rubrum*, *Carpenteria* cf. *monticularis*, *Acervulina inhaerens*) qui peuvent ou non alterner avec les précédents. Les loges coralliennes constituent également des micromilieus où peuvent se développer des organismes.

Les framestones à coraux massifs et / ou à algues rouges caractérisent les récifs frangeants holocènes. Ils peuvent être trouvés épisodiquement dans les faciès du Pléistocène en petits niveaux intercalés.

- **Bindstones à Corallinacées** : (planche 4, photos 2 et 3) : des encroûtements parfois massifs d'algues rouges constituent des constructions organiques qui se caractérisent par la succession de thalles parallèles au substrat (généralement horizontal). Ils appartiennent à une même espèce (souvent *Porolithon* cf. *onkodes*) ou sont polyspécifiques (ce qui est le cas le plus fréquent) alternant même avec des foraminifères encroûtants ; dans des cas très rares, des textures de type bafflestone sont observées avec un piégeage de sédiments. Le tissu-algaire est altéré par des organismes dont le broutage peut créer des cavités décimétriques emplies de ciment micritique de calcite fortement magnésienne. A ces algues rouges peuvent être associés des gastéropodes Vermetidés parfois intensément bioérodés et cimentés par de l'aragonite épitaxiale ou de la micrite.

Ces bindstones caractérisent avec quelques différences les faciès récifaux holocènes et pléistocènes :

- * A l'Holocène : développement important des encroûtements algaires ; association très fréquente avec des gastéropodes Vermetidés en liaison avec le niveau marin ; bioérosion plus intense ;

- * Au Pléistocène : encroûtements moins épais et espèces plus nombreuses ; absence des gastéropodes Vermetidés ; bioérosion peut importante ou masquée par la diagenèse d'eaux douces.

- **"Biolithite d'avant-récif"** : en liaison avec le précédent, elle est constituée de constructions organiques très altérées dont les nombreuses cavités sont emplies par un ciment micritique dominant.

Cette "Biolithite" caractérise les faciès récifaux holocènes de très haute énergie.

- **Bafflestone à scléactiniaires** : des constructions coralliennes

encroûtantes ou lamellaires piègent des sédiments bioclastiques très riches en grands foraminifères *Baculogypsina sphaerulata* et autres Calcarinidés. Ce type de construction caractérise les faciès récifaux pléistocènes des forages 12 et 13 où sont également présents des faciès rhodolitiques. Ils peuvent alterner avec des constructions d'algues rouges encroûtantes.

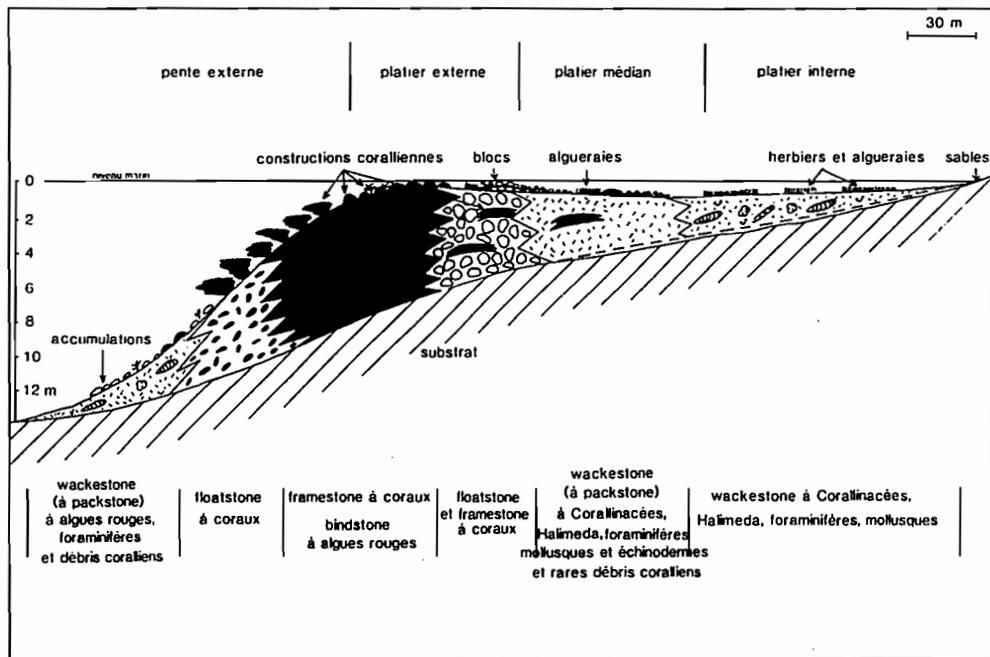


Figure 42 : modèle général de la répartition et de l'agencement des principaux biofaciès des récifs frangeants néocalédoniens

IV-2-Produit de démantèlement de la trame récifale :

Les bioclastes proviennent d'une aire de production voisine et subissent un transfert en étant roulé comme le montrent l'usure et les encroûtements algaires à tendance rhodolitique, ou une sédimentation plus ou moins *in situ* (certains débris orientés montrent leur surface supérieure intensément perforée, leur face inférieure étant pratiquement dépourvue de traces de bioérosion).

- Floatstone à sclérectiniaires branchus dans une matrice wackestone à packstone / grainstone : le démantèlement de constructions coralliennes branchues donnent des débris souvent encroûtés par des algues rouges et plus rarement par des foraminifères et / ou des bryozoaires (on n'observe ni remplissage, ni cimentation des cavités

intra-bioclastiques, les encroûtements les isolant du milieu extérieur, ce qui explique par ailleurs leur résistance à la dissolution). La matrice dans laquelle se trouvent ces débris est elle-même constituée de débris plus ou moins fragmentés de coraux, Corallinacées branchues, *Halimeda* (très fragmentées), mollusques et foraminifères entiers pour la plupart (Calcarinidés, Amphistéginidés, Planorbulinidés, Cymbaloporidés, miliolés et arénacés. Cependant, les rares Soritidés (*Marginopora vertebralis* ?) trouvés dans ces faciès sont très fragmentés et doivent résulter d'un transfert à partir d'un milieu de haute énergie. De nombreux bioclastes sont entourés d'une enveloppe micritique où l'on observe des microperforations parfois très intenses comme dans certains débris de mollusques et de coraux.

Ces faciès caractérisent les faciès récifaux pléistocènes de la côte sud-ouest. Ils sont très rares dans l'Holocène.

- **Floatstones à débris de Corallinacées branchues** : surmontant les faciès précédemment décrits, on observe des accumulations de débris de Corallinacées branchues dans une matrice également composée de Corallinacées branchues mais aussi d'*Halimeda* très fragmentées, mollusques et foraminifères.

IV-3-Faciès d'accumulation :

Ce sont les faciès les plus abondants et les plus diversifiés. Nous ne citerons que les principaux. Ils résultent de l'accumulation *in situ* ou dans la majorité des cas, de l'accumulation après transport, de bioclastes divers.

- **Wackestone à packstone-wackestone à algues, foraminifères benthiques, mollusques et échinodermes** : ce type de microfaciès caractérise le Pléistocène des forages 12 et 13 (planche 5, photo 5).

- **Wackestone (à packstone) à Corallinacées, *Halimeda*, foraminifères benthiques, mollusques et échinodermes** (et très rares débris coralliens) (planche 4, photos 8 et 9) : ce microfaciès est constitué généralement d'algues rouges encroûtantes fragmentées ou branchues plus ou moins intactes. Les *Halimeda* sont trouvées sous forme d'articles entiers ou plus rarement brisés. Dans certains cas, ces articles se déposent préférentiellement, indiquant une zone de décantation. Des gastéropodes généralement brisés ou des fragments de mollusques sont présents sans être dominants. Les foraminifères sont généralement des rotaliformes et des Soritidés de grande taille.

Ce type de microfaciès qui caractérise une grande partie des faciès récifaux du Pléistocène est presque généralisé dans les forages de la côte sud-est, notamment à leur base. Ce biofaciès a également été trouvé dans la partie holocène des forages 6 et 11 et dans les forages de Thio et Hienghène (côte est). Il caractérise des environnements d'algues et d'herbiers entre les constructions coralliennes ou dans la zone d'arrière-récif. Ce type de faciès montre une grande diversité de textures.

- **Wackestone à débris coralliens, Corallinacées, *Halimeda*, grands foraminifères benthiques, mollusques et rhodolites** : ce microfaciès a été trouvé dans des niveaux des forages 11 (entre -7,50 et

-12,50 m) et 13 (entre -0,50 et -1,50 m). Il se différencie par la présence de rhodolites souvent composés d'un *nucleus*, la plupart du temps un débris corallien, enrobé par une succession de thalles algaires. Ces encroûtements sont monospécifiques ou polyspécifiques. On observe très rarement des foraminifères encroûtants, contrairement aux bindstones et ces rhodolites sont globuleux. Toutes ces données permettent d'établir que le milieu dans lequel ils se sont constitués était peu profond et relativement calme (Montaggioni, 1979).

- Packstone-grainstone à Corallinacées, rares débris d'*Halimeda*, grands foraminifères benthiques, mollusques (et parfois rhodolites) : ce type de microfaciès a été trouvé dans le forage 10 (entre -11,50 et -14,50 m) à la base du récif frangeant (planche 4, photo 7). La composition bioclastique similaire à celle de "beach-rocks" et de sables étudiés ainsi que sa texture permettent d'établir que ce microfaciès se rapproche des sables de plage.

IV-4-Conclusion :

Les biofaciès caractéristiques des récifs frangeants néocalédoniens et la reconstitution de l'évolution des environnements ont permis de proposer un modèle de la répartition et de l'agencement des différentes unités lithologiques (figure 42). Ce schéma résume les résultats observés dans les récifs holocènes et pléistocènes mais les compositions faunistiques et floristiques varient de même que les textures. Il faut signaler en outre que les différentes zonations peuvent fluctuer ou disparaître d'un récif à l'autre.

V-Données écologiques :

V-1-La macrofaune et la macroflore :

L'étude paléocéologique des récifs frangeants néocalédoniens montre que la distribution des organismes appartenant à la macrofaune et à la macroflore dépend de nombreux facteurs : hydrodynamisme, substrat, éclaircissement, profondeur... dont l'importance et le rôle diffèrent selon les côtes.

V-1-1-Les scléractiniaires : (déterminations effectuées par M. G. Faure) :

Certaines espèces de scléractiniaires peuvent être utilisées comme indicateurs d'environnements bien limités (Bouchon, 1981, Done, 1982, Faure, 1982, Pichon, 1964, 1978). Dans les récifs frangeants néocalédoniens, l'hydrodynamisme et la profondeur sont les facteurs importants régissant la répartition des peuplements coralliens.

a/ Récif de la côte sud-ouest (Ricaudy) :

Acropora sp. : forage 1 vers -4,50 m ; forage 34 vers -2,0 m, vers -6,0 m, vers -8,0 m, entre -6,0 et -7,0 m, vers -8,0 m ; forage 35 entre -1,0 et -2,0 m, entre -2,0 et -3,0 m, entre -4,0 et -5,0 m, entre -10,0 et -11,0 m ; forage 37 : entre -1,0 et -2,0, vers -6,0 m, entre -7,0 et -8,0 m, vers -8,50 m, entre -4,0 et -5,0 m, entre -10,0 et -11,0 m, vers -12,0 m, entre -13,0 et -14,0 m. *Acropora* gr. *cytherea* et *hyacinthus* : forage 34 entre -3,0 et -4,0 m ; forage 37 entre -1,0 et -2,0. *Favia* sp. : forage 35 entre -13,0 et -14,0 m ; forage 37 : entre -13,0 et -14,0 m. *Montipora digitata* : forage 1 entre -2,50 et -3,50 m ; forage 35 entre -4,0 et -5,0 m, vers -12,0 m, entre -13,0 et -14,0 m ; forage 37 entre -4,0 et -5,0 m. *Montipora digitifera* : forage 34 vers -2,0 m, entre -3,0 et -4,0 m. *Montipora* sp. : forage 1 vers -4,50 m, entre -6,50 et -7,50 m et entre -10,50 et -11,50 m ; forage 35 entre -3,0 et -4,0 m, entre -10,0 et -11,0 m ; forage 37 vers -8,50 m, entre -10,0 et -11,0 m. *Porites* sp. massif : forage 1 de 0 à -0,50 m et de -17,0 à -17,50 m ; forage 34 : de 0 à -1,0 et de -2,0 à -3,0 m ; forage 35 de -3,0 à -4,0 m ; forage 37 de 0 à -1,0 ;

Le récif Ricaudy se caractérise par la succession de 3 types de peuplements coralliens :

1/ A l'Holocène terminal : *Porites* sp. : de 0 à -0,50 m et de -17,0 à -17,50 m pour le forage 1 ; de 0 à -3,0 m pour le 34 ; de 0 à -1,0 m pour le 37 ;

2/ A la base de l'Holocène : *Acropora* spp. gr. *hyacinthus* et gr. *cytherea* ; *Montipora digitata* ; *Acropora* spp. gr. 1 : de -2,50 à -4,50 m pour le 1 ; à -2,0 m et de -3,0 à -4,0 m pour le 34 ; de -1,0 à -5,0 m pour le 35 ; de -1,0 à -2,0 m et de -4,0 à -5,0 m pour le 37 ; ce type d'association signe des milieux d'énergie modérée ; *Acropora hyacinthus* est commune dans les 3 îles des Mascareignes (Faure, 1982) et dans des habitats de mode battu à semi-battu dans la Grande Barrière récifale australienne (Done, 1982) ; *Acropora cytherea* se trouve dans les Mascareignes sur les platiers récifaux internes et externes de mode calme (Bouchon, 1981, Faure, 1982) comme dans la Grande Barrière récifale australienne (Done, 1982) ;

3/ Dans le Pléistocène : *Acropora* spp. gr. 2 : à -10,0 m pour le 35 ; à -6,0 m et de -8,0 à -9,0 m pour le 37.

b/ Récifs de la côte sud-est :

Les scléactiniaires sont brisés dans les récifs holocènes et altérés (remplacés par de la calcite faiblement magnésienne) dans les récifs pléistocènes. Cependant dans l'Holocène des forages 1 et 4, on reconnaît des branches d'Acroporidés : dans le forage 2 de 0 à environ -2,50 m et de -5,0 à -8,0 m ; dans le forage 4, abondance de débris d'*Acropora* sp. branchus dont l'usure et la fragmentation montrent qu'ils ont été transportés. Les algues rouges sont souvent associées aux coraux.

La distribution et la répartition des peuplements coralliens des récifs holocènes de la côte sud-est répondent donc certainement à des exigences hydrodynamiques et probablement aussi de substrat.

c/ Récifs des côtes est et nord :

Les récifs de ces côtes sont d'âge holocène. Les coraux sont souvent fragmentés, usés et encroûtés.

1/ Récifs de Thio :

Acropora sp. : forage 16 entre 0 et -0,50 m et entre -4,50 et -5,50 m ; forage 17 entre 0 et -0,30 m, entre -2,50 et -3,50 m, entre -4,50 et -5,50 m. *Acropora* cf. *danai* : forage 17 entre -3,50 et -4,50 m. *Astreopora* sp. : forage 17 entre -2,50 et -3,50 m. *Favites* sp. et Acroporidés : forage 18 entre -1,50 et -2,50 m. *Montipora* sp. ? : forage 18 entre -0,50 et -1,50 m. *Montipora* cf. *tuberculosa* : forage 18 entre -3,50 et -4,50 m ;

A Thio, le platier des forages 16 et 17 est caractérisé par la dominance d'*Acropora* sp., alors que, dans le platier voisin (forage 18) où le milieu est plus agité, les *Acropora* spp. sont présents, mais également *Montipora* sp. et *Favites* sp. Il faut également signaler que *Montipora tuberculosa* (forage 18) est caractéristique dans les Mascareignes du front récifal de la pente externe ou du platier externe, c'est à dire d'environnements relativement agités (Bouchon, 1981, Faure, 1982).

2/ Récif de Poindimié :

Acropora sp. : forage 19 entre -3,50 et -4,50 m, entre -6,50 et -7,50 m ; forage 20 entre -4,50 et -5,50 m ; forage 21 entre -0,50 et -1,50 m, entre -3,50 et -4,50 m, entre -4,50 et -5,50 m. *Acropora* gr. *danai* : forage 20 entre -3,50 et -4,50 m. *Favia* cf. *favus* : forage 21 entre -2,50 et -3,50 m. *Galaxea* cf. *fascicularis* : forage 19 entre -5,50 et -6,50 m, entre -6,50 et -7,50 m. *Galaxea* sp. : forage 19 entre -3,50 et -4,50 m. *Goniastrea* sp. : forage 21 entre -6,50 et -7,50 m. *Hydnophora* sp. : forage 21 entre -6,50 et -7,50 m. *Leptoria phrygia* : forage 21 entre -2,50 et -3,50 m. *Montipora* sp. : forage 19 entre -3,50 et -4,50 m, entre -4,50 et -5,50 m ; forage 21 entre -0,50 et -1,50 m. *Montastrea* sp. : forage 21 entre -3,50 et -4,50 m. *Pachyseris rugosa* : forage 21 entre -4,50 et -5,50 m. *Platygyra* sp. : forage 19 entre -0,50 et -1,50 m, entre -6,50 et -7,50 m. *Pocillopora* sp. : forage 20 entre -4,50 et -5,50 m. *Porites* sp. massif : forage 20 entre 0 et -0,50 m, entre -0,50 et -1,50 et entre -1,50 et -2,50 m.

Dans le récif frangeant de Poindimié où le milieu est modérément agité, on constate (comme précédemment dans le forage 18) une plus grande diversité des scléactiniaires représentés par des Poritidés (*Porites* sp.), Faviidés (*Platygyra* sp., *Favia* sp., ...), et Acroporidés (*Acropora* sp., *Montipora* sp.). Cette diversité est d'autant plus grande que le mode est protégé (Pichon, 1978). Les espèces sont généralement ubiquistes comme *Acropora danai* (Bouchon, 1981) ou *Leptoria phrygia* et vivent aussi bien en mode battu que calme (Chevalier, 1975, Faure, 1982, Pichon, 1964). D'autres indiquent un hydrodynamisme peu élevé comme *Favia favus*, une des espèces les plus communes de Nouvelle-Calédonie (Chevalier, 1971) qui est exclue des environnements d'intense activité hydrodynamique dans les Mascareignes et la Grande Barrière récifale australienne (Done, 1982, Faure, 1982). De même *Galaxea fascicularis* dont la répartition est ubiquiste (Bouchon, 1981, Faure, 1982) montre une tendance à vivre dans des eaux relativement calmes (Chevalier, 1971, Pichon, 1964).

3/ Récif de Hienghène :

Acropora sp. : forage 22 : entre 0 et -0,50 m, entre -1,50 et -2,50 m. *Alveopora* sp. : forage 24 entre -1,50 et -2,50 m. *Cyphastrea* sp. : forage 22 entre -4,50 et -5,50 m. *Favia* sp. : forage 22 entre -1,50 et -2,50 m ; forage 24 entre -1,50 et -2,50 m. *Favia* cf. *favus* : forage 22 entre -4,50 et -5,50 m. *Favites* sp. : forage 24 entre -0,50 et -1,50 m. *Goniastrea* sp. : forage 22 entre -3,50 et -4,50 m, entre -4,50 et -5,50 m ; forage 24 entre -2,50 et -3,50 m, entre -3,50 et -4,50 m. *Montastrea* sp. : forage 22 entre -1,50 et -2,50 m ; forage 24 entre -5,50 et -6,50 m. *Montipora* sp. : forage 22 entre -3,50 et -4,50 m ; forage 24 entre -0,50 et -1,50 m, entre -2,50 et -3,50 m, entre -3,50 et -4,50 m, entre -5,50 et -6,50 m.

Dans le récif frangeant de Hienghène, on constate également une diversité dans le temps des scléactiniaires avec présence d'*Acropora* sp., *Favia* sp., *Favites* sp., *Montastrea* sp., *Goniopora* sp., *Montipora* sp. et *Goniastrea* sp.

4/ Récifs de Pouébo :

Acropora sp. : forage 26 entre -10,50 et -11,50 m, forage 29 entre -1,50 et -2,50 m (dont *Acropora* sp. cf. *danai*) entre -2,50 et -3,50 m ; entre -3,50 et -4,50 m (dont *Acropora* sp. cf. *danai*).
Platygyra sp. : forage 29 entre -0,50 et -1,50 m. *Porites* sp. massif : forage 25 de 0 à -6,50 m ; forage 26 de 0 à -2,50 m, de -5,50 à -6,50 m ; forage 27 de 0 à -3,50 m, forage 29 de 0 à -0,50 m.
Porites sp. branchu : forage 26 entre -8,50 et -9,50 m.

Les récifs frangeants de Pouébo sont protégés de la houle du large par un récif barrière continu et des récifs internes bien développés, et dans les forages du platier face à Saint-Louis, les peuplements sont caractérisés par des colonies métriques massives de *Porites* sp. et quelques *Acropora* branchus. Les peuplements des forages du platier entre Oubatche et Yambé sont caractérisés par de nombreux *Acropora* sp. branchus et quelques petites colonies de *Porites* sp. et de *Platygyra* sp. L'important développement des colonies de *Porites* sp. est conditionné par l'hydrodynamisme modéré.

5/ Récif de Poum :

Acropora sp. : forage 32 de 0 à -0,50 m et forage 33 vers -2,50 m. *Favia* sp. : forage 33 de 0 à -2,50 m. *Favia* cf. *favus* : forage 32 de -1,50 à -2,50 m. *Favia* cf. *stelligera* : forage 33 de -2,50 à -4,50 m. *Montipora* cf. *digitifera* : forage 32 de 0 à -0,50 m. *Montipora* sp. : forage 32 de -1,50 à -2,50 m.

Les récifs frangeants de Poum se caractérisent par des peuplements coralliens faiblement diversifiés : *Favia* sp., *Acropora* sp. et *Montipora* sp. Les espèces trouvées, *Favia stelligera*, *Favia favus* sont de mode calme à battu (Chevalier, 1971, Done, 1982, Faure, 1982).

d/ Conclusion : caractéristiques des coraux :

La répartition des scléactiniaires, représentés surtout par des Acroporidés (formes branchues dominantes), Poritidés et Faviidés (formes massives dominantes) est fonction du substrat (dans les récifs pléistocènes de la côte sud-est) et des conditions hydrodynamiques (dans les récifs holocènes des côtes nord, est et sud-ouest).

Des différences régionales apparaissent à l'Holocène :

- Les récifs frangeants néocalédoniens, en milieu relativement agité, sont riches en Acroporidés.

- En milieu calme ou peu agité, la diversité croît avec une abondance d'espèces appartenant aux Faviidés et Poritidés. On peut donc définir des "Acropora reefs" (récifs holocènes de la côte sud-est et de Thio) et des "non Acropora reefs" (récifs holocènes de Hienghène, Poindimié et Poum) comme dans la Grande Barrière récifale australienne où les récifs externes sont des "Acropora reefs" et les récifs internes plus abrités (où abondent *Montipora*, *Fungia*, *Porites*, *Goniopora* et *Turbinaria*) des "non Acropora reefs" (Done, 1982).

- Les récifs holocènes de mode calme de Pouébo (côte nord-ouest) et de Ricaudy (côte sud-ouest) sont intermédiaires : ils sont constitués de colonies de *Porites* sp. et d'Acroporidés.

V-1-2-Les Corallinacées :

a/ Récif de la côte sud-ouest (Ricaudy) :

Dans l'Holocène, les encroûtements sont peu abondants. Dans le Pléistocène, les algues rouges sont représentées par des formes branchues fragmentées, altérées, souvent non fructifiées (d'où les difficultés de détermination) et par de fins encroûtements (alternant avec des foraminifères et des bryozoaires) autour des débris de scléactiniaires branchus.

b/ Récifs de la côte sud-est :

1/ Récif de Tara :

Le Pléistocène du forage 5 est caractérisé par des organismes très altérés par les eaux douces : de 0 à -1,25 m, encroûtements de *Dermatolithon* cf. *tessellatum*, *Porolithon onkodes* et de *Neogoniolithon* cf. *fosliei* avec parfois des formes articulées (*Amphiroa* sp.) ; entre -5,0 et -6,0 m, encroûtements sur des débris coralliens de *Dermatolithon* cf. *tessellatum*, *Hydrolithon reinboldii*.

Dans le Pléistocène du forage 6, *Dermatolithon* cf. *tessellatum*, *Porolithon onkodes*, *Neogoniolithon* cf. *fosliei* dominant (vers -0,50 m ; de -2,50 à -4,0 m). De -4,50 à -7,50 m, *Dermatolithon* cf. *tessellatum* caractérise l'assemblage, associée avec des débris d'*Amphiroa* sp. et de *Lithoporella melobesioides* (?) et quelques rares débris de *Porolithon* sp. ; de -8,25 à -environ -10,50 m, *Mesophyllum* sp. 1 Massieux et *Lithophyllum* sp. sont caractéristiques de l'assemblage avec *Lithoporella melobesioides* (?), *Amphiroa* sp. et rares débris de *Porolithon onkodes*.

2/ Récif de Gouaé :

Le Pléistocène est caractérisé par *Lithophyllum* sp. ou *Lithothamnium* sp. mais *Mesophyllum* sp., *Porolithon* sp., *Neogoniolithon* cf. *fosliei* sont également présents.

3/ Récif du Caillou :

Dans le Pléistocène du forage 10, *Dermatolithon* sp., *Porolithon* sp., *Neogoniolithon* sp. et *Lithophyllum* sp. dominant. Les débris, généralement subarrondis impliquent une usure par roulage. De -1,50 à -2,75 et de -5,75 à -7,50 m, *Porolithon onkodes* est la forme dominante dans les assemblages composés de *Neogoniolithon megalocystum*, *Dermatolithon* cf. *tessellatum* et *Lithophyllum* sp. (de -5,75 à -7,50 m, *Mesophyllum* sp. 1 Massieux apparaît). De -7,75 à -8,50 m, débris de *Lithophyllum moluccense*, *Dermatolithon* cf. *tessellatum* ou *Lithoporella* sp. alors que de -11,52 à -13,50 m, les débris d'*Amphiroa* sp. abondent.

Dans l'Holocène du forage 11, de 0 à -1,50 m, les Corallinacées sont associées à des Vermetidés. Les formes encroûtantes dominent, mais la bioérosion rend impossible leur détermination spécifique.

Dans le Pléistocène du forage 11, de -2,0 à -3,25 et de -5,50 à -8,0 m, les débris d'*Amphiroa* sp., *Dermatolithon* cf. *tessellatum*, *Lithophyllum* sp. dominant ; vers -8,0 m, présence de *Mesophyllum* sp. et vers -8,50 m de *Porolithon* sp., *Lithoporella melobesioides*.

Dans le Pléistocène du forage 12, *Lithophyllum* sp. et *Mesophyllum* sp. dominant des assemblages variables :

- à -2,0 m, débris d'*Amphiroa* sp., *Lithoporella* sp., *Lythophyllum* sp. (?) ;
- à -2,50 m, encroûtements massifs de *Mesophyllum* sp. ; à -3,0 m, débris d'*Amphiroa* sp., *Lithoporella* sp., *Lithophyllum* sp. ou *Mesophyllum* sp. (?), *Lithophyllum moluccense*, *Dermatolithon* sp. et autres espèces indéterminées ;
- de -4,50 à -5,0 m, *Mesophyllum* sp. et débris d'*Amphiroa* sp.

Dans le Pléistocène du forage 13, on note :

- à -0,50 m, encroûtements de *Dermatolithon* sp. et d'*Hydrolithon* sp. ;
- à -1,0 m, débris de *Dermatolithon* sp. et de *Mesophyllum* sp. ;
- de -1,25 à -1,75 m, présence de *Dermatolithon* cf. *tessellatum* et de *Lithophyllum moluccense* sur des débris d'Acroporidés ;
- à -4,25 m, présence de *Dermatolithon* cf. *tessellatum* ou *Lithoporella* (?), débris d'*Amphiroa* sp. et autres espèces indéterminées ;
- à -5,0 m, encroûtements massifs de *Neogoniolithon megalocystum* (sensu Massieux, 1976) ;
- de -6,25 à -7,50 m, les assemblages sont composés de *Lithoporella melobesioides*, *Lithophyllum* sp. (?), débris d'*Amphiroa* sp. et d'autres espèces indéterminées.

c/ Récifs des côtes est et nord :

Les algues rouges des récifs holocènes de ces côtes sont des encroûtements et plus rarement des formes branchues. Elles sont très souvent altérées par de nombreux bioérodeurs, et leur tissu est occupé par de larges cavités souvent emplies de ciments micritiques.

d/ Conclusion : caractéristiques des Corallinacées :

Les Corallinacées identifiées ont une répartition qui dépend de l'hydrodynamisme et de la nature du substrat, elles apportent de précieux renseignements écologiques :

1/ Dans les récifs holocènes, les encroûtements dominent sur des substrats de constructions coralliennes et plus rarement sur des débris ; les formes branchues sont également présentes ;

2/ Dans les récifs pléistocènes, elles sont souvent en débris et rarement *in situ* : dans les récifs de la côte sud-est, elles sont en

encroûtements ou en débris. On observe en outre une évolution dans le temps des associations caractéristiques : les assemblages riches en *Mesophyllum*, *Porolithon*, *Lithophyllum moluccense* et de plus rares *Dermatolithon* cf. *tessellatum*, *Hydrolithon* sp. et *Amphiroa* sp. passent à des assemblages riches en *Porolithon onkodes*, *Neogoniolithon megalocystum*, *Neogoniolithon* cf. *foslei* et *Dermatolithon* cf. *tessellatum*. Deux associations caractérisent donc les récifs pléistocènes de la côte sud-est :

- * l'association où dominant *Porolithon onkodes* : cette espèce, ubiquiste dans l'Holocène et le Pléistocène, est souvent en débris, associée à *Dermatolithon* cf. *tessellatum* et *Neogoniolithon* qui sont des espèces de platier récifal (Johnson, 1961, Massieux, 1976). *Porolithon onkodes* qui est adaptée physiologiquement à une intense illumination et physiquement à un fort ressac et un broutage intensif (Littler et Doty, 1975), construit entièrement la crête algale dans certains récifs du Pacifique (Johnson, 1961). On la trouve parfois en encroûtements monospécifiques, en raison de l'agitation continue des eaux qui la préserve de la concurrence d'autres espèces. Dans l'Holocène de la côte sud-est, elle est souvent en encroûtements massifs et monospécifiques associés ou non aux gastéropodes Vermetidés.

- * l'association où dominant *Mesophyllum* (dont *M. mesomorphum*) à la répartition assez large (Coudray, 1976). Les espèces *Porolithon* sp., *Lithophyllum moluccense*, *Dermatolithon* cf. *tessellatum*, *Hydrolithon reinboldii*, *Neogoniolithon foslei* et *Amphiroa* sp. qui lui sont souvent associés, sont cependant des espèces de platier récifal (Massieux, 1976).

V-1-3-Les mollusques : (déterminations effectuées par M. B.A. Thomassin) :

a/ **Récif de la côte sud-ouest** : ils sont très abondants dans le récif Ricaudy avec la répartition suivante :

1/ **Platier externe** (forages 1, 15 et 36) : ils sont rares.

2/ **Platier médian** (forages 35 et 37) : dans le 37, débris de Cérithidés (de -1,0 à -2,0 m) ; débris de Cérithidés, *Barbatia* sp., *Nassarius* (*Zeuxis*) *concinus* (de -4,0 à -5,0 m).

Dans le 35 qui est le plus riche en mollusques : *Pecten madreporum* (de -2,0 à -3,0 m) ; *Anadara* sp. (de -4,0 à -5,0 m) ; *Cerithium* cf. *monoliferum*, lithophages (de -10,0 à -11,0 m) ; *Cerithium* cf. *monoliferum* (de -12,0 à -13,0 m) ; débris de Cérithidés, opercules de *Petricola* sp. et de *Chama* sp., *Nassarius* (*Niotha*) *albescens*, *Nassarius* (*Nassarius*) *arcularius plicatus* (de -13,0 à -14,0 m).

3/ **Platier interne** (forage 34) : débris de *Codakia tigerina* (de 0 à -1,0 m) (c'est une espèce trouvée dans les sédiments et servant de nourriture aux poissons, ce qui explique qu'on n'en récolte souvent que des débris, Thomassin, comm. pers.) ; *Nassarius* sp. (de -4,0 à -5,0 m) ; *Cerithium* cf. *monoliferum* (de -6,0 à -7,0 m) ; *Natica* sp., *Cerithium* sp. cf. *monoliferum*

, *Latirus* spp. ; *Mitrella* sp. aff. *puella* , débris de Cérithidés et de Turbinidés (de -7,0 à -8,0 m) ; *Clypeomorus trailli* (de -8,0 à -9,0 m).

Dans le récif Ricaudy, la répartition des mollusques dépend :

1/ de l'hydrodynamisme : ils sont absents dans les parties externes des platiers et abondants dans les zones médianes et arrière-récifales ;

2/ du substrat : parmi les espèces identifiées, on trouve :

- * des formes sabulicoles lutitophobes (Thomassin, 1978) : *Latirus* spp., *Mitrella* aff. *puella* , *Natica* sp., *Nassarius* (*Zeuxis*) *concinus* ; *Nassarius* (*Nassarius*) *arcularius plicatus* ; cette dernière à tendance sabulicole stricte, est fréquente dans les herbiers et les plages de caye (Thomassin, comm. pers.);

- * des formes de substrat dur (Thomassin, 1978) : *Cerithium* cf. *monoliferum* (parfois trouvée dans du sable) ; *Chama* sp. et *Barbatia* sp. qui est également une espèce d'épifaune de dessous de blocs ou sabulicole (Thomassin, 1978) ;

- * des formes de sables moyens à grossiers : *Nassarius* (*Niotha*) *albescens* trouvée surtout sur les platiers coralliens sableux (Thomassin, comm. pers.)

b/ Récifs de la côte sud-est : ils sont rarement intacts dans les récifs holocènes en raison de l'hydrodynamisme, mais les quelques espèces trouvées sont inféodées à des substrats durs ou de dessous de blocs (Thomassin, comm. pers.). Dans le Pléistocène, leur altération par les eaux douces rend impossible leur détermination.

c/ Récifs des côtes est et nord : les mollusques sont présents dans ces récifs holocènes où leur distribution répond à des exigences de substrat.

d/ Conclusion : caractéristiques des mollusques :

Dans les récifs étudiés (Holocène récifal et Pléistocène de Ricaudy), les mollusques ont une répartition qui dépend de la nature du substrat mais aussi de l'hydrodynamisme. L'identification de ces organismes a surtout permis de préciser les types de substrat. Dans les récifs pléistocènes, les mollusques très altérés ne peuvent être déterminés mais, ils sont souvent trouvés dans des assemblages d'herbiers ou d'algueraies.

V-2-La microfaune :

V-2-1-Les foraminifères :

Les études réalisées en Nouvelle-Calédonie sont peu nombreuses : Gambini (1959) analyse 2 sables coquilliers prélevés à proximité de l'île Hugon et de l'île Puen). Puis, dans le cadre de la mission Singer-Polignac, Toulouse (1966) étudie les foraminifères de la Baie de Saint-Vincent. Coudray et Margerel (1974), et Coudray (1976) établissent à partir des foraminifères du forage Ténia, 2 zones et "5 faciès à foraminifères" caractérisant les milieux de dépôt. Margerel (1981) décrit 2 espèces nouvelles (*Rectobolivina barkeri* et *Heterolepa coudrayi*) de la Baie de Saint-Vincent. Debenay (1985-a, 1986, 1987) étudie les foraminifères et la sédimentologie du lagon sud-ouest où il définit des thanatocoénoses et décrit 168 espèces de grands foraminifères

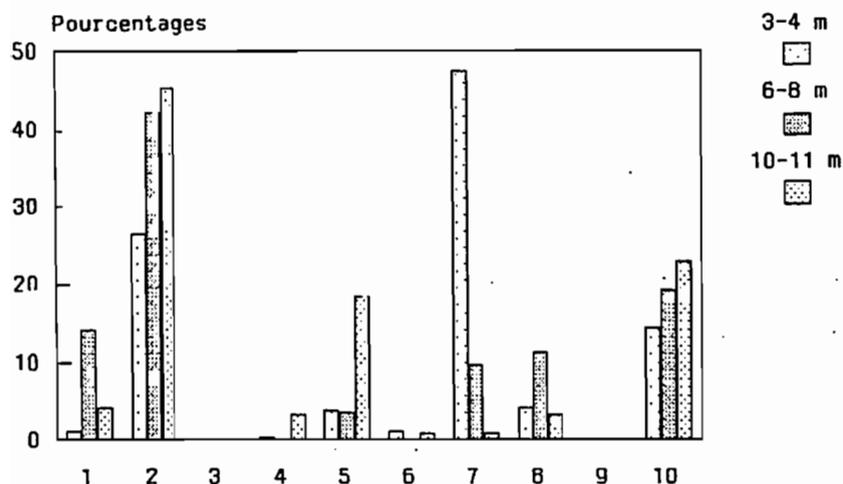


Figure 43 : les associations de foraminifères des sables bioclastiques du forage 35, récif Ricaudy (côte sud-ouest)

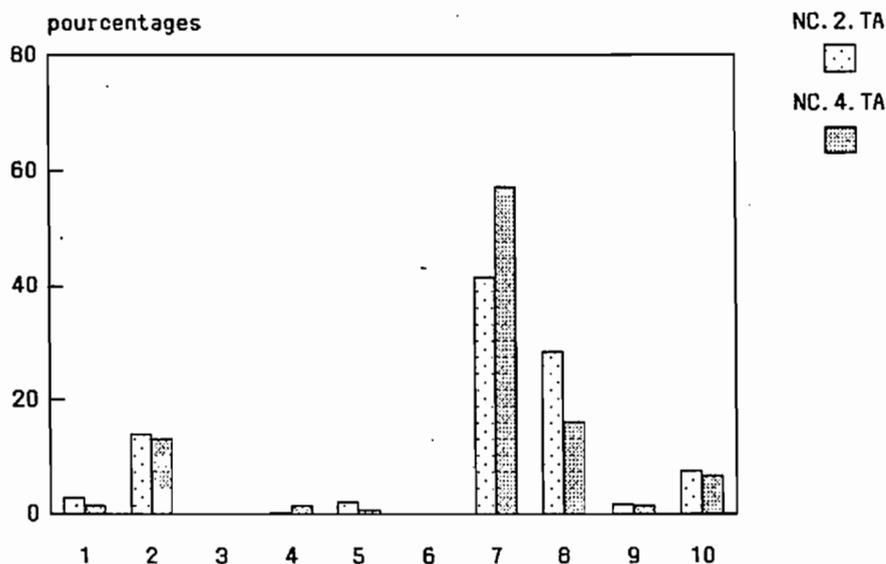


Figure 44 : les associations de foraminifères des sables bioclastiques du récif de Tara (côte sud-est)

1	Lituolacea	6	Spirillinacea
2	Miliolacea	7	Rotaliacea
3	Nonosariacea	8	Orbitoidacea
4	Buliminacea	9	Cassidulinacea
5	Discorbacea	10	Brisés et Indéterminés

(fraction 0,50-2 mm). Cabioch et al. (1986) étudie les foraminifères de 2 récifs frangeants des côtes sud-est et sud-ouest.

L'étude systématique des foraminifères est en annexe.

A/ Analyse des associations :

L'étude qualitative et quantitative des foraminifères, effectuée dans les sables calcaires bioclastiques et en lames minces, permet de définir plusieurs associations caractéristiques.

• Dans les sables bioclastiques :

Récif de la côte sud-ouest (figure 43) : le forage NC.35.PV. est le seul qui ait fourni des associations qui s'avèrent très différentes :

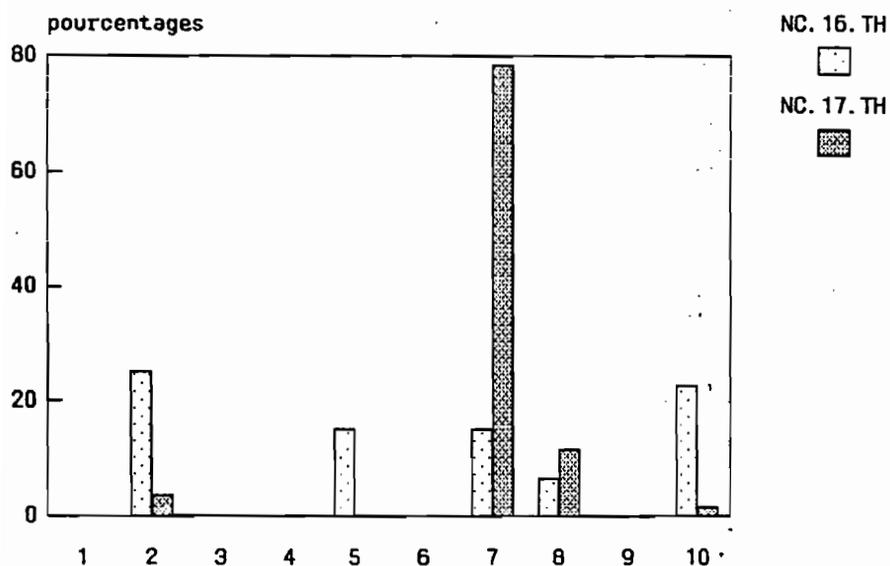
- **Association du niveau 3-4 m :** elle est dominée par *Calcarina hispida* (43% de l'ensemble de l'association) qui est abondante sur les algues du platier récifal à très faible profondeur (Fischer, 1966). Cette espèce, comme celles du genre *Baculogypsina*, est même susceptible de supporter une émerision cotidiale de 2 ou 3 heures et ne survivrait pas à des profondeurs supérieures à 10 m (Murray, 1973). Dans le lagon sud-ouest de Nouvelle-Calédonie, elle a une répartition complexe due des transports *post-mortem* (Debenay, 1985-a). Sur le platier de Ricaudy, les individus sont bien conservés et sont vraisemblablement dans leur milieu de vie. Il s'agit d'un environnement d'herbiers : *Calcarina hispida* est en effet associée à des formes de l'herbier de lagon : Discorbidés, Glabratellidés et Miliolidés souvent brisées ce qui confirme l'hypothèse d'un milieu de dépôt très peu profond appartenant à la partie externe du platier récifal avec des apports du lagon.

- **Association du niveau 6-8 m :** elle est dominée par les Textulaires et des Miliolidés (dont beaucoup sont brisées), associées à des Cymbaloporidés, Elphidiidés, Planorbulinidés et quelques taxons euryhalins : *Criboelphidium*, *Ammonia tepida*. Dans cette association, les Textulaires bien conservées sont certainement dans un milieu de vie plus profond que le précédent et attribuable à la partie moyenne de l'étage infralittoral. En effet, les Textulaires augmentent avec la profondeur à Scilly (Véneç-Peyré et Salvat, 1981), dans les Mascareignes (Montaggioni, 1981) et en Nouvelle-Calédonie (Debenay, 1985-a). Des apports d'eaux douces continentales peuvent expliquer la présence de formes euryhalines. Les Planorbulinidés, Cymbaloporidés et Elphidiidés caractérisent les milieux végétaux.

- **Association du niveau 10-11 m :** les épiphytes abondent et caractérisent un milieu d'herbier.

Récifs frangeants de la côte sud-est (figure 44) :

- **Association caractérisée par l'abondance d'*Amphistegina lessonii*, *Eponides repandus*, Elphidiidés, Glabratellidés et Miliolidés et à un degré moindre de Buliminacea :** cette association caractérise un milieu corallien situé à proximité d'herbiers dans un environnement de moyenne à haute énergie ouvert aux influences océaniques. Les Amphistegines sont liées à la disponibilité de supports végétaux ainsi qu'à des milieux relativement agités et oxygénés (Battistini et al., 1976, Le Calvez et Salvat, 1980, Montaggioni, 1981). Les Glabratellidés et Eponididés, caractérisent des peuplements d'herbiers où les Miliolidés sont souvent très abondantes et diversifiées sans qu'une espèce donnée puisse être considérée



- | | |
|----|------------------------|
| 1 | Lituolacea |
| 2 | Miliolacea |
| 3 | Nodosariacea |
| 4 | Buliminacea |
| 5 | Discorbacea |
| 6 | Spirillinacea |
| 7 | Rotaliacea |
| 8 | Orbitoidacea |
| 9 | Cassidulinacea |
| 10 | Brisés et Indéterminés |

Figure 45 : les associations de foraminifères des sables bioclastiques des récifs de la côte est

comme caractéristique d'un type de sédiment (Monier, 1973, Montaggioni, 1981). Les Buliminacea peuvent être ectoparasites d'autres foraminifères, mais leur présence et celle de rares foraminifères planctoniques s'expliquent ici par des apports en provenance de la mer ouverte : en raison de leur petite taille ils peuvent, d'après Blanc-Vernet (1969), supporter sans dommage des transferts depuis des milieux plus profonds.

• Dans les biocalcarénites :

L'étude en lames minces permet de distinguer plusieurs associations (une estimation quantitative des individus a été réalisée (tableaux 3 à 10) ; les cotes-profondeurs des échantillons sont portées sur les diagrammes de Fédiaevski) :

1/ Association où dominant les Calcarinidés : *Calcarina* sp., *Calcarina* cf. *hispida*, *Baculogypsina sphaerulata* :

• Les Calcarinidés dominant seules : cette association caractérise un milieu récifal de platier ou de lagon (Coudray et Margerel, 1974, Boichard *et al.*, 1985, Debenay, 1985-a, Hallock et Glenn, 1986). La présence d'organismes entiers (la majorité des formes trouvées en lame mince) rend compte de la robustesse du test (*Baculogypsina sphaerulata*) ou de leur flottabilité (*Calcarina* sp.) qui les préservent des cassures et usures. Sur la plate-forme du Pater Noster (Indonésie), les Calcarinidés sont abondantes de -2,0 à -30,0 m sur les plateaux et reliefs et sont antinomiques avec les Operculines (Boichard *et al.*, 1985). Cette antinomie a été relevée dans de nombreuses régions : Nouvelle-Calédonie (océan Pacifique) en Baie de Saint-Vincent (Coudray et Margerel, 1974) et dans le lagon de Nouméa (Debenay, 1985-a), dans les Mascareignes (océan Indien) (Montaggioni, 1981).

Baculogypsina sphaerulata, trouvée à proximité des édifices récifaux dans le lagon de Nouméa (Debenay, 1985-a) est caractéristique de milieux de haute énergie sur la plate-forme du Pater Noster (Boichard *et al.*, 1985). Cette espèce est un important élément du "beach rock" de la côte ouest, en arrière du récif barrière et on la retrouve dans de nombreux sables de plage du Pacifique (Todd, 1960, Matsumaru et Matsuo, 1976).

Calcarina hispida, peu fréquente dans les zones de forte activité hydrodynamique est absente dans les chenaux et dépressions du lagon interne. Cette espèce qui serait typique des platiers récifaux (Fischer, 1966, Glenn *et al.*, 1982) est aussi présente dans de nombreux sables de plage.

Calcarina spengleri et *Baculogypsina sphaerulata* sont susceptibles de supporter des émergences de quelques heures.

Cette association est localisée dans le Pléistocène : forage 8, entre -4,0 et -6,0 m ; forage 10, entre -11,0 et -15,0 m.

• Les Calcarinidés dominant et les Amphisteginidés sont abondantes : cette association caractérise le platier à herbiers dans les Seychelles (Gabrié, 1982) mais les représentants de ces 2 familles sont ubiquistes sur certains sites comme au Pater Noster (Boichard *et al.*, 1985).

Cette association est également dans le Pléistocène : forage 6, entre -8,0 et -5,0 m ; forage 12, entre -1,0 et -4,0 m ; forage 13, entre -3,0 et -5,0 m.

• Les Calcarinidés dominant et les miliolés sont abondantes : Calcarinidés et

Tableau 3 : les foraminifères du forage 5

n° de la lame	Aréacés	Bilobes	Serritinae	Salicinarinae	Cibicides	Calcariidae	Elphidiidae	Operculiniferae	Amphisteginae
01									
01 a		rare	rare			présentes			
02 a						rare			
02 b									
03 a									
03 b						rare			
04						rare	très rare		rare
10									
11									
13									
15									
17						rare			
18			rare			présentes			
21	rare	abondantes	présentes			présentes			
23									
25									
40									
49									
51	rare	présentes	présentes			présentes			
54		présentes	présentes						
58		très abondantes	abondantes					présentes	présentes
68				rare		rare		présentes	rare

Tableau 4 : les foraminifères du forage 6

n° de la lame	Aréacés	Bilobes	Serritinae	Salicinarinae	Cibicides	Calcariidae	Elphidiidae	Operculiniferae	Amphisteginae
001									
004									
011		présentes		très rare					rare
012									
014									
016									
021									
024									
028									
032									
034									
035			présentes			présentes		présentes	présentes
040		abondantes	présentes			très abondantes		présentes	présentes
042	présentes	abondantes	abondantes			très abondantes	présentes	présentes	abondantes
046	présentes	abondantes	présentes			abondantes	présentes	présentes	abondantes
052									
053		rare				abondantes	rare	rare	abondantes
056						présentes			abondantes
059									
064									
068									
069									
072									
081		très abondantes	présentes			rare	rare	présentes	présentes
086	présentes	très abondantes	présentes			rare		rare	abondantes
089	présentes	abondantes	abondantes		rare	présentes	rare	présentes	abondantes
091	présentes	très abondantes	très abondantes			présentes		rare	abondantes
093	présentes	très abondantes	abondantes			présentes		rare	très abondantes
101									
105		abondantes	abondantes	rare	rare	présentes		rare	présentes
116								abondantes	abondantes
113		abondantes	abondantes	rare					abondantes

Tableau 5 : les foraminifères du forage 7

n° de la lame	Aréacés	Bilobes	Serritinae	Salicinarinae	Cibicides	Calcariidae	Elphidiidae	Operculiniferae	Amphisteginae
01									
05									
10	rare	présentes	rare			présentes			abondantes
11	rare	présentes	rare			rare			abondantes
12	rare	abondantes	abondantes		présentes	présentes		rare	présentes
17	rare	très abondantes	très abondantes			présentes		rare	présentes
24		abondantes	très abondantes			présentes			abondantes
27		présentes	présentes			rare			abondantes

Tableau 6 : les foraminifères du forage 8

n° de la lame	Aréacés	Bilobes	Serritinae	Salicinarinae	Cibicides	Calcariidae	Elphidiidae	Operculiniferae	Amphisteginae
01									
05		abondantes	abondantes			abondantes		présentes	très abondantes
07		présentes	très abondantes			présentes		présentes	abondantes
10		abondantes	abondantes	présentes			rare		très abondantes
12		abondantes	très abondantes					très abondantes	abondantes
19		très abondantes	très abondantes	présentes		présentes		très abondantes	abondantes
24	présentes	abondantes	très abondantes	très abondantes		présentes		très abondantes	très abondantes
30		très abondantes	abondantes			présentes	rare		très abondantes
31		présentes	présentes	présentes	présentes	abondantes		très abondantes	très abondantes
33		présentes	abondantes	très abondantes	présentes	abondantes	présentes		rare
36		présentes	abondantes	rare		rare	rare		
40	rare	présentes	abondantes			abondantes		très abondantes	très abondantes
45		présentes	abondantes			abondantes			très abondantes
46		présentes	abondantes		présentes	présentes	présentes	rare	très abondantes
47		présentes	abondantes		rare	très abondantes			présentes

Miliolidés sont inféodées à des substrats algaires, et leur abondance caractérise une flore bien représentée sur les platiers récifaux.

Cette association est encore dans le Pléistocène : forage 11, entre -13,0 et -17,0 m ; forage 12, entre -1,0 et -4,0 m ; forage 13, entre -3,0 et -5,0 m.

2/ Association où dominant les Amphisteginidés :

La zone de vie préférentielle des Amphisteginidés se situe au niveau des parties externes, car leur test est adapté aux conditions hydrodynamiques élevées (Hallock et Glenn, 1986) mais la forme de ce test permet aussi un transport et des accumulations *post-mortem* dans les zones d'arrière-récif (Montaggioni, 1981). Au Pater Noster, elles sont dans des zones de très hautes énergies et sous une faible tranche d'eau (Boichard *et al.*, 1985). Il en est de même en Nouvelle-Calédonie, où *Amphistegina lessonii* associée à *Textularia foliacea* caractérise des milieux de haute énergie. Dans la Grande Glorieuse et dans les Comores, cet assemblage est dans les sédiments de la zone frontale du platier récifal (Gabrié, 1982, Ehny, 1987), et dans les Seychelles, dans les dépôts de glaciais récifaux (Lewis, 1969).

Dans les forages, cette association renferme également des milioles et des Calcarinidés, plus rarement des Soritidés qui sont des espèces d'herbier, parfois localement abondantes.

Cette association est dans le Pléistocène du forage 7, entre 0 et -0,50 m.

3/ Association où dominant les milioles :

- * Les milioles peuvent être exclusives : ces formes, ubiquistes dans les environnements récifaux (Boichard *et al.*, 1985), peuvent être dominantes dans les zones les plus internes des platiers récifaux, zones de développement optimal des herbiers (Montaggioni, 1981).

Elles sont exclusives dans le Pléistocène du forage 13, entre -2,0 et -3,0 m.

- * Les milioles sont dominantes avec de nombreux arénacés : ces derniers se diversifient dans la zone externe des ensembles récifaux (Boichard *et al.*, 1985, Debenay, 1985-a), mais leur fragilité peut amener leur raréfaction dans les taphocoénoses, ce qui provoque des difficultés d'interprétation (Montaggioni, 1981). Dans les Mascareignes, cette association caractérise les zones de pâtés coralliens d'arrière-récif en mode calme et les parties externes des platiers (Montaggioni, 1981).

On la trouve dans le Pléistocène : forage 5, vers -11,0 m ; forage 10, entre -2,0 et -3,0 m.

- * Les milioles et les Amphistégines sont dominantes : cette association caractérise les herbiers des platiers récifaux (Montaggioni, 1981, Hallock et Glenn, 1986) et parfois même, comme dans les Philippines, leur partie externe (Glenn *et al.*, 1982).

Elle est trouvée dans le Pléistocène du forage 11, entre -3,0 et -9,0 m.

4/ Association où dominant les Soritidés et autres milioles :

Cette association, caractéristique des zones d'arrière-récif dans les Mascareignes (Montaggioni, 1981, Gabrié et Montaggioni, 1982) pourrait être présente dans des milieux plus agités du fait de l'indépendance des

Soritidés à l'hydrodynamisme (Montaggioni, 1981, Hallock et Glenn, 1986).

Cette association est reconnue dans le Pléistocène : forage 6, entre -12,0 et -18,0 m ; forage 7, entre -1,0 et -3,0 m ; forage 8, entre -1,0 et -3,0 m.

5/ Association où dominant les Soritidés :

Les Soritidés, étant indépendants de l'hydrodynamisme, peuplent les eaux claires, peu profondes, favorables à l'épanouissement des supports végétaux aussi bien en zone externe qu'en zone interne (Montaggioni, 1981, Gabrié et Montaggioni, 1982).

Ils dominent une association dans le Pléistocène du forage 8, vers -0,50 m.

6/ Association où dominant les Cymbaloporidés :

A Tuléar, cette association est typique de milieux vaseux (Monier, 1973) ; dans les Mascareignes, elle caractérise les zones les plus internes (Montaggioni, 1981) et indique des milieux de basse énergie (Boichard *et al.*, 1985).

Cette association a été reconnue dans le récif pléistocène de Ricaudy (côte sud-ouest).

7/ Indications apportées par certaines espèces :

Malgré leur faible abondance, certaines espèces ou individus peuvent donner d'utiles indications paléoécologiques :

- Les operculines : elles sont caractéristiques de milieu lagonaire inter-récifal (Coudray et Margerel, 1974), de dépressions (Debenay, 1985-a) ou des parties inférieures des zones d'avant-récif (Montaggioni, 1981, Hallock et Glenn, 1986).

- *Alveolinella quoyi* : trouvée le plus souvent dans des chenaux et dépressions (Debenay, 1985-a) ou en bas de pente, derrière la barrière (Boichard *et al.*, 1985), cette espèce est caractéristique de milieux peu agités peu profonds ou profonds ; elle est souvent associée aux Operculines et à *Marginopora vertebralis* dans les parties inférieures des zones d'avant-récif.

B/ Evolution des associations de foraminifères (tableau 3) :

- Récif frangeant de Tara : dans les forages 5 et 6 : leur répartition montre 2 stocks : 1/ De -16,0 à -18,0 m dans le forage 6, association à foraminifères peu abondants, constituée de miliolites dont *Marginopora* sp. et Calcarinidés. On note la présence de Bolivinitidés ; 2/ De -8,0 à -13,0 m dans le forage 5 et de -12,0 à -15,0 m dans le forage 6, l'association est dominée par des miliolites entières et des débris de *Marginopora* sp. (localement, *Marginopora vertebralis* peut être abondante). Les Calcarinidés dont *Baculogypsina* cf. *sphaerulata* sont toujours présentes mais moins abondantes ; les *Alveolinella quoyi* sont rares et les operculiniformes peuvent être nombreux. On note également la présence de Bolivinitidés et de Textulaires dans le forage 6. L'association est caractéristique d'un milieu récifal soumis à l'influence du large avec des espèces de milieu marin ouvert (milieu de pente récifale dont les herbiers alimenteraient les sédiments en bioclastes) ; 3/ De 0 à -5,0 m dans le forage

5, et de -5,0 à -7,0 m et de -7,0 à -9,0 m dans le 6, l'association microfaunistique est dominée par des Calcarinidés entières (*Calcarina* cf. *hispidata* et dans le 6, *Baculogypsina* cf. *sphaerulata*), des débris de *Marginopora* sp. et autres milioles. Ces espèces récifales d'herbiers sont généralement entières, mais des transferts se sont certainement produits comme le montrent la présence de débris de *Marginopora* sp. dans le forage 6. Lors des transports *Calcarina* sp. et *Baculogypsina* sp. sont peu brisés mais surtout usés, ce qui est parfois difficile à reconnaître en lames minces. Les Amphistégines peuvent être abondantes dans le forage 5. On note la présence d'arénacés et d'operculiniiformes.

L'évolution se traduit de la façon suivante (figure 46) : environnement d'herbier en zone externe (1) soumis à des influences du large de plus en plus importantes, s'accompagnant d'une élévation de l'hydrodynamisme (nombreuses Amphistégines et présence de nombreuses Baculogypsines) (2) avant l'établissement sur le platier récifal (3).

• **Récif frangeant de Gouaé** : l'évolution des associations diffère de celle du récif de Tara : dans les forages 7 et 8, 2 ensembles ont été individualisés : 1/ De -1,50 à -2,50 m dans le forage 7 et de -3,50 m à -5,75 m dans le 8, Miliolidés et Soritidés (débris de *Marginopora* sp.) dominant Amphistégines et Calcarinidés. Les operculiniiformes sont rares à absents ; 2/ De -0,50 à -1,25 m dans le forage 7 et de 0 à -3,50 m dans le 8, les Amphistégines dominant par rapport aux milioles, Calcarinidés et Soritidés. Les débris de *Marginopora* sp. peuvent être abondants dans le forage 8. Les Bolivinitidés sont présents mais rares. Cette association caractérise un herbier de platier avec influences marines et transport de certains individus.

Les foraminifères de ces 2 ensembles caractérisent un milieu d'herbier récifal plus ou moins agité avec des transports comme en témoigne la fragmentation de certains tests. On passe d'un milieu d'herbiers plus ou moins externe (1) à un milieu plus interne, alimenté par les espèces du platier (2).

• **Récif frangeant du Caillou** : dans les forages 10 et 11, leur répartition fait apparaître plusieurs ensembles : 1/ De -10,50 à -14,50 m dans le forage 10 et de -9,50 à -16,50 m dans le forage 11, l'association dominée par des Baculogypsines contient de rares milioles et Amphistégines ; 2/ De -5,75 à -8,50 dans le forage 10, milioles et Amphistégines dominant toujours, mais les Elphidiidés sont absents et Calcarinidés, Soritidés et arénacés rares ; 3/ De -0,50 à -3,50 m dans le forage 10 et de -2,75 à -9,0 dans le 11, milioles et Amphistégines dominant les Calcarinidés, Soritidés, Elphidiidés et arénacés.

Cette succession (figure 46) montre le passage d'une zone externe où s'accumulent des tests de Baculogypsines et d'Amphistégines (1) à une zone typiquement récifale avec nombreux herbiers de platier externe (2 et 3).

Dans le forage 13 : l'association qu'ils constituent tout au long de ce forage est composée de très abondantes Calcarinidés (surtout des Baculogypsines), d'Amphistégines et milioles et de rares arénacés, Elphidiidés, Glabratellidés, Operculiniiformes et Soritidés : 1/ De -5,0 à -8,0 m, l'association est dominée par des Calcarinidés ; on y trouve également des Amphistégines et plus rarement des milioles ; 2/ De -3,50 à -5,0 m, Calcarinidés, Amphistégines et milioles dominant avec une plus grande abondance des Amphistégines ; 3/ De -0,50 à -3,50 m, les Calcarinidés dominant une association constituée d'Amphistégines et milioles ainsi que de

plus rares Soritidés, des Elphidiidés et des arénacés.

Dans le forage 13 (de même que le 12), l'abondance des foraminifères résulte de l'accumulation des formes de platier dans un environnement interne (les associations résultent d'un tri dû à l'hydrodynamisme).

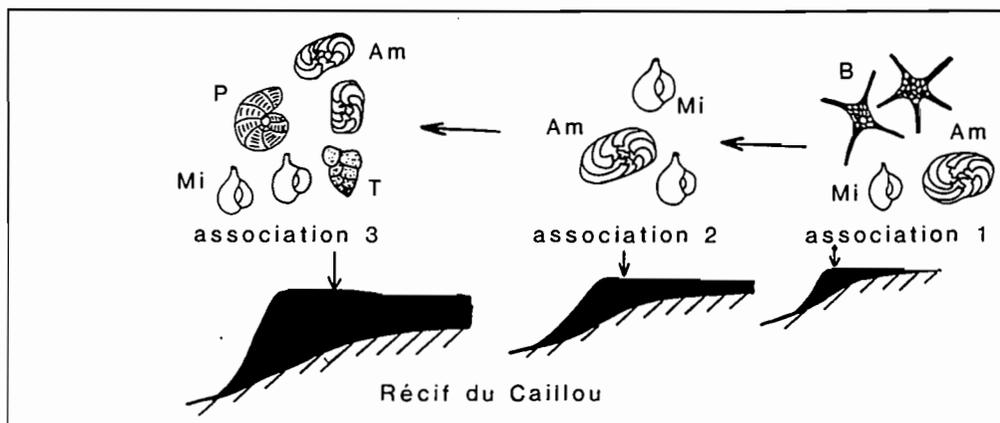
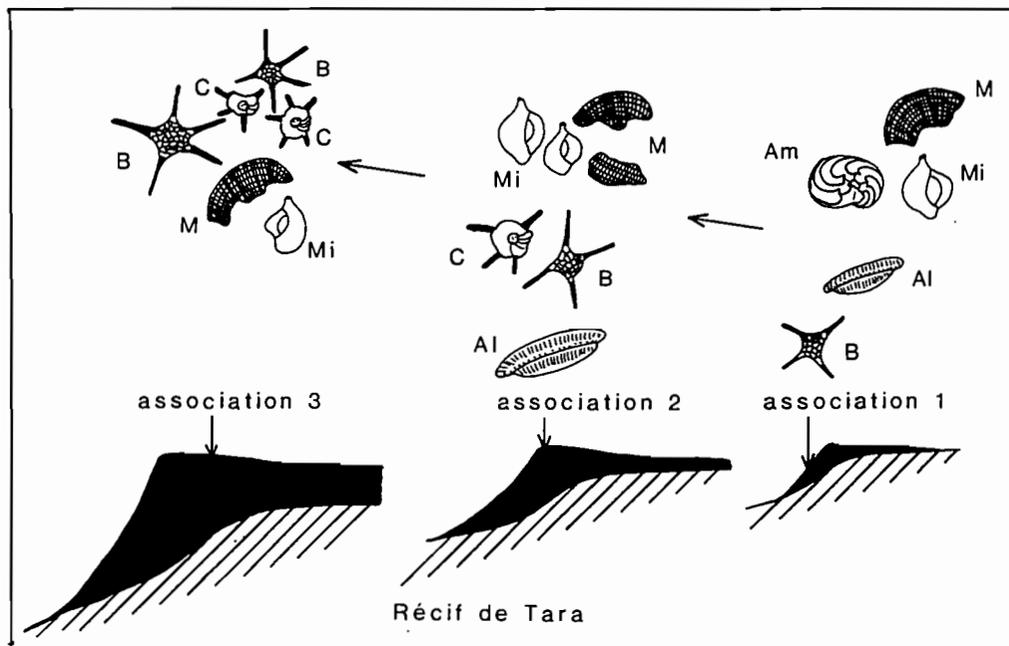


Figure 46 : évolution des associations de foraminifères dans le Pléistocène de la côte sud-est : exemples des récifs de Tara et du Caillou

• Récifs frangeants des côtes est et nord : peu de foraminifères dans les faciès récifaux de ces platiers si ce n'est des formes encroûtantes dans les parties sommitales des forages 18 à Thio et 19 à Poindimié. Dans les parties sommitales des forages 22 et 23 (Hienghène). La présence de quelques rares espèces brisées, *Baculogypsina sphaerulata*, *Calcarina hispida*, *Amphistegina* spp., *Marginopora vertebralis* traduit des conditions hydrodynamiques relativement agitées, ce qui explique peut-être la pauvreté en foraminifères (les tests étant brisés puis déplacés).

c/ Conclusion : caractéristiques des foraminifères benthiques :

La distribution dans le temps et l'espace des foraminifères benthiques des récifs frangeants néocalédoniens dépend en grande partie de la nature des substrats disponibles : dans le Pléistocène des côtes sud-est et sud-ouest, les herbiers et algues favorisent leur développement ; dans l'Holocène des côtes est et nord, les foraminifères sont encroûtants sur des substrats dont les éléments sont grossiers.

La profondeur n'est pas un facteur déterminant contrairement à l'hydrodynamisme : l'évolution des récifs pléistocènes de la côte sud-est montre que l'on passe de milieux plus ou moins agités en position externe à des milieux plus calmes.

V-2-2-Les ostracodes :

Ils ont été peu étudiés en Nouvelle-Calédonie : le premier travail date de 1890 : Brady signale 45 espèces dont 23 nouvelles provenant d'échantillons marins récoltés à proximité de Nouméa. Puis, dans le cadre de l'expédition française sur les récifs coralliens de Nouvelle-Calédonie, Apostolescu (1967) étudie 5 échantillons de la Baie de Saint-Vincent, cite 32 espèces et définit plusieurs associations. Episodiquement, ils sont cités dans des études ultérieures (Benson, 1964, Hartmann, 1984, Holden, 1976).

L'étude systématique des ostracodes est en annexe et reprend une étude entreprise sur deux récifs frangeants des côtes sud-est et sud-ouest (Cabioc'h *et al.*, 1986).

A/ Analyse des associations :

L'étude qualitative et quantitative permet de définir, comme pour les foraminifères, plusieurs associations caractéristiques dans les sables bioclastiques.

• Récifs de la côte sud-est :

Les Bairdiidés dominant, accompagnés de genres et d'espèces que nous ne retrouvons pas sur la côte sud-ouest : *Anchistrocheles*, Indet. Gen. sp. 1, *Eucytherura* aff. *denticulata*, *Paradoxostoma novae-caledoniae*. Le biotope est côtier ; des herbiers sont probables (Bairdiidés), mais le milieu semble contrôlé par un hydrodynamisme assez fort comme le confirme l'écologie de *Loxoconcha huahineensis*.

• Récif de la côte sud-ouest :

Les associations de ce forage sont bien conservées (moins de 10% de brisés).

- Association du niveau 3-4 m : elle est constituée de Bairdiidés lisses (environ 50% de l'association) et ornées (environ 5%), de formes phytales (*Jugosocythereis*, *Loxoconcha*, *Uroleberis*, *Xestoleberis*) ou côtières (*Clithrocytheridea*, *Paradoxostoma*) auxquelles s'ajoutent quelques *Paracypris*. Cette association caractérise un milieu d'herbiers et algueraies typiquement récifal, sur le platier ou à sa base, en zone abritée où l'influence continentale est nulle et celle du large réduite.

- Association du niveau 6-8 m : les Bairdiidés dominent encore, mais la composante "côtière" est plus importante avec dominance du groupe *Clithrocytheridea*, *Loxoconcha*, *Xestoleberis* ; le pourcentage de formes récifales est moindre (10-15%) ; on note surtout une grande proportion de formes plus marines (*Paracypris*, *Ponticocythereis*). Cette association caractérise donc un environnement d'herbiers à influences côtières et marines.

- Association du niveau 10-11 m : les formes précédentes sont remplacées par *Callistocythere*, *Alocopocythere* (environ 50%) associées à des Bairdiidae (ornées ou non) et *Xestoleberis*, *Cytherella*, *Loxoconcha* et *Clithrocytheridea*, ... qui sont des espèces d'herbiers et d'algueraies. Cette association peut donc être interprétée comme représentative d'un herbier plus ou moins isolé des influences marines.

c/ Conclusion : caractéristiques des ostracodes :

La répartition des ostracodes des récifs frangeants néocalédoniens dépend de plusieurs facteurs dont la nature du substrat (en relation avec l'environnement) et les influences marines et côtières dans le Pléistocène auxquels il faut rajouter l'hydrodynamisme dans l'Holocène. L'étude des associations et de leur évolution complète celle des foraminifères avec notamment une information complémentaire sur les influences marines et continentales

VI-Conclusion :

L'étude des associations et des textures, ainsi que l'analyse des associations nous montrent l'hétérogénéité des récifs frangeants néocalédoniens dans le temps (différences entre l'Holocène et le Pléistocène) et l'espace (différences régionales).

a/ Dans le temps : les récifs holocènes et pléistocènes diffèrent nettement : (1) à l'Holocène, les constructions coralliennes dominent et leurs débris alimentent les zones internes (platier ou arrière-récif) ou externes (pente récifale) ; (2) au Pléistocène, les herbiers et algueraies sont prolifiques et les produits de leur démantèlement fournissent une grande partie des bioclastes et une abondante micrite (résultant de la fragmentation et de la bioérosion).

b/ Dans l'espace : pour tous les récifs frangeants et quelle que soit la

période de temps, on trouve une zone construite à coraux et algues rouges de part et d'autre de laquelle s'accumulent le produit du démantèlement des herbiers et des constructions coralliennes. Cependant, malgré cette apparente homogénéité, des différences résident dans la répartition et l'agencement des zones.

A l'Holocène, l'étendue de la zone construite à coraux et algues rouges diffère selon l'environnement, mais également selon la morphologie côtière (figure 41). Sur la côte sud-est où la surface pré-holocène est pentue et l'hydrodynamisme très élevé, elle domine. Sur la côte sud-ouest où la surface pré-holocène est peu inclinée et l'hydrodynamisme modéré, elle se limite au platier externe et les accumulations biosédimentaires sont plus importantes, le développement d'herbiers et d'algueraies sur le platier étant favorisé par les conditions précitées. Sur les côtes est et nord, la structure interne montre que si les zones construites sont importantes, les aires d'accumulation résultant du démantèlement des constructions par hydrodynamisme et biodégradation le sont autant.

Au Pléistocène, on observe des différences régionales. Sur la côte sud-ouest, les constructions coralliennes sont principalement branchues et fournissent d'abondants débris. Sur la côte sud-est, les constructions coralliennes sont plus massives, peut-être moins nombreuses et par conséquent les débris coralliens sont plus rares dans les accumulations. Par contre les foraminifères sont plus abondants.

L'étude des organismes montre que leur répartition diffère en fonction du rôle dominant de certains facteurs : l'hydrodynamisme et le substrat expliquent une grande partie de l'hétérogénéité des compositions faunistiques et floristiques des récifs étudiés. La profondeur, la luminosité, les apports terrigènes, la richesse des eaux en nutriments, ... influent également sur la répartition des organismes, mais la part de chacun est souvent difficile à préciser. L'identification des scléactiniaires, algues rouges, mollusques, foraminifères et ostracodes ainsi que l'évolution des faunes et flores ont donc permis de reconstituer les conditions de milieu régnant dans différentes parties des platiers et de préciser l'évolution des formations récifales : les scléactiniaires montrent, à l'Holocène, des différences régionales en fonction de l'hydrodynamisme ; les algues rouges ont permis, dans l'Holocène et le Pléistocène, de préciser les conditions hydrodynamiques locales ; les mollusques apportent des renseignements sur le type de substrat à l'Holocène et au Pléistocène ; les associations de foraminifères et d'ostracodes montrent, au Pléistocène, de très nets changements en fonction des conditions hydrodynamiques et de la disponibilité des substrats, ce qui permet de préciser l'évolution des récifs de la côte sud-est.

DIAGENÈSE

I-Introduction :

Cette partie est consacrée à l'étude diagénétique, précoce ou non, en relation avec les facteurs biologiques, physico-chimiques, hydrodynamiques, ... Son but est d'établir les modalités de la conservation des constituants et de l'évolution des unités récifales. Les environnements diagénétiques observés sur la Grande Terre de Nouvelle-Calédonie seront définis, complétant l'étude environnementale qui a mis en évidence des disparités régionales et stratigraphiques des récifs frangeants (notamment en ce qui concerne l'évolution différentielle des dépôts récifaux).

Remarque préliminaire : le terme "micrite", défini par Folk (1959) pour désigner la phase de liaison matricielle des dépôts de basse énergie, et non le ciment cryptocristallin, peut poser un problème dans la description des ciments (Friedman, 1985) ; nous l'utiliserons au sens descriptif et non génétique, pour des cristaux inférieurs à 10 μm constituant la matrice (dépôt mécanique : remplissages) et le ciment (dépôt chimique : précipitation). Lors des comptages de points, les 2 catégories sont regroupées pour définir la phase de liaison (matrices et ciments). L'observation des lames minces a montré que la diagenèse rend parfois difficile la distinction de ces 2 catégories au microscope optique dans les faciès récifaux très altérés (Montaggioni, 1977).

II-Les ciments dans les récifs frangeants néocalédoniens :

II-1-Description et répartition des ciments marins et des ciments d'eaux douces :

a/ Les ciments aragonitiques : (planche 6, photo 6 ; planche 7 ; planche 12, photo 7) :

Les ciments aciculaires ("aragonite needles" d'Alexandersson, 1972-b) : (planche 7, photos 1, 2, 3, 4, 7 et 9) : ils sont trouvés sous forme d'aiguilles et de baguettes en franges ou en amas. Les ciments fibreux ou en lames sont constitués de cristaux euhédraux aux faces bien définies disposés en franges régulières perpendiculaires à la surface du substrat. Les fibres sont de longueur variable. Ce ciment trouvé préférentiellement en revêtement dans les squelettes aragonitiques coralliens ou de gastéropodes (planche 7, photos 1, 2 et 3 ; planche 12, photo 7) est alors épitaxial. La croissance de franges aragonitiques aciculaires sur des bioclastes aragonitiques serait contemporaine de la sédimentation (Montaggioni, 1978, James et Ginsburg, 1979, Land et Moore, 1980, Aissaoui, 1986).

Ces ciments ont été trouvés dans l'Holocène du forage 2 (en franges dans les loges coralliennes, les cavités intrasquelettiques des gastéropodes et autour des thalles algaires), du forage 6 (où les franges subissent une bioérosion parfois importante, comme en témoignent les microcavités emplies postérieurement de ciment micritique), du forage 9 (certaines cavités intrabioclastiques sont cimentées par des aiguilles d'aragonite), des forages 10

et 11.

Egalement présents dans les récifs holocènes des côtes est et nord, ils sont rares dans les forages 16 et 17 et plus abondants dans le 18, les forages de Poindimié. A Hienghène, ils sont présents dans les forages 22, de 0 à -3,50 m (où ils peuvent être palissadiques entre les thalles des algues rouges encroûtantes), 23 et 24 (dans les 2 premiers mètres).

Les ciments sphérolitiques ("spherulitic cement" de Schroeder, 1972) : (planche 6, photo 6 ; planche 7, photos 5, 6, 8, 10 et 11) : de nature aragonitique, les sphérolites sont constitués de fibres allongées à extinction ondulante avec des lignes de croissance subconcentriques. Les fibres peuvent avoir des longueurs de 170 μm à 530 μm . Les sphérolites peuvent également se former à partir d'un germe micritique. Ce ciment est souvent observé au contact du tissu cellulaire d'algues rouges (planche 7, photo 5 ; figure 47-b) et des spicules d'alcyonaires (planche 6, photo 6, planche 7, photos 8, 10 et 11 ; figure 47-a). L'activité microbienne serait à l'origine de ces ciments particuliers (Montaggioni, 1978, 1980 ; Konishi, 1982) que l'on trouve également entre les croûtes biogéniques. Dans nos récifs, une variante de ce ciment est constituée d'aragonite botryoïdale *sensu* James et Ginsburg (1979) : des sphérolites ou des éventails de fibres aragonitiques se développent comme ciment interparticulaire ou, à partir d'un point de nucléation, dans des loges coralliennes ou des cavités du tissu cellulaire d'algues rouges (planche 7, photo 6).

Ces ciments ont été trouvés dans l'Holocène des forages 2, 16, 17. A Hienghène, dans le forage 22, des ciments aragonitiques sphérolitiques à germe micritique ont été reconnus de 0 à -3,50 m ; ils sont présents dans le forage 23 et les 2 premiers mètres du forage 24.

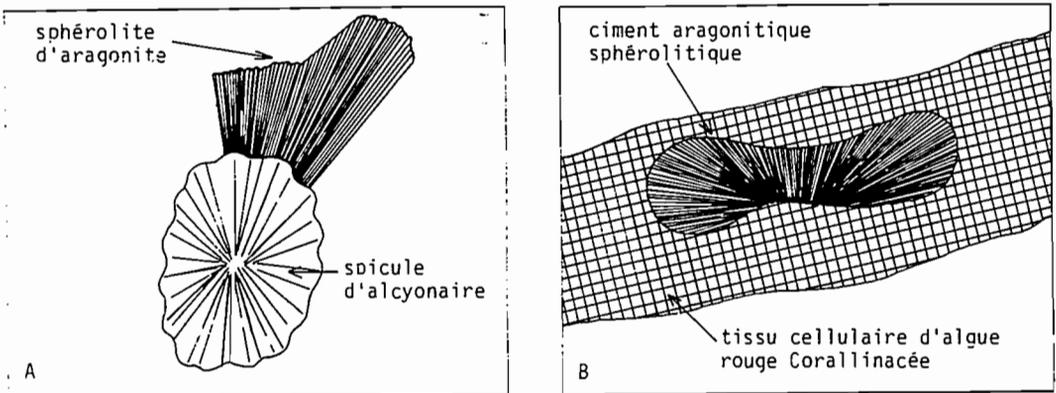


Figure 47 : les ciments aragonitiques holocènes au contact de spicule d'alcyonaire et au contact de tissu algair

Les ciments en mosaïque ("blocky aragonite crystals" de James et Ginsburg, 1979) : ils sont constitués de cristaux équants à irréguliers dans quelques cavités, formant alors une mosaïque. Ce ciment signalé par James et Ginsburg (1979) à Belize, Land et Moore (1980) à la Jamaïque et Marshall (1983-a) dans la Grande Barrière récifale australienne n'a été trouvé dans les récifs néocalédoniens qu'à l'intérieur des trames récifales.

Il a été rarement observé à l'Holocène, si ce n'est dans des loges coralliennes (forages du récif Ricaudy et de rares forages de la côte est).

Les "ciments" micritiques : ce ne sont pas des ciments mais des remplissages de cavités inter- ou intra-bioclastique (Bathurst, 1966, Montaggioni, 1978). Certaines des colorations effectuées montrent qu'ils sont rares dans les forages étudiés.

Les amas d'aiguilles ("mesh of aragonite needles" de James et Ginsburg, 1979) : ce ciment, caractérisé par un enchevêtrement d'aiguilles aragonitiques formées à partir d'un germe micritique, n'a été trouvé que très rarement dans des cavités intrasquelettiques (loges coralliennes) de l'Holocène.

b/ Les ciments de calcite fortement magnésienne : (planches 8 et 9 ; planche 11, photos 5 à 8 ; planche 12, photos 7 et 8 ; planche 14, photos 1 à 3 et 8 et 9) : ils sont plus répandus que les ciments aragonitiques. Les formes les plus courantes sont des micrites.

Les ciments palissadiques ou en lames ("bladed spar") : (planche 8, photos 2 et 4 ; planche 9, photos 6, 7 et 8) : ce sont des cristaux fibreux ou en lames, orientés perpendiculairement à la surface du substrat sur lequel ils croissent (planche 9, photos 7 et 8). Ils forment un ciment très régulier autour des bioclastes (planche 9, photo 6) ou frangent des cavités. De ce fait, il est aisément reconnaissable du ciment aragonitique fibreux. Il est souvent associé à un ciment micritique de calcite fortement magnésienne à texture péloïdale (James *et al.*, 1976) (planche 8, photos 2 et 4) et frange parfois des péloïdes.

Les ciments micritiques : (planche 8, figures 2, 4, 6 et 8) : ce sont des assemblages de cristaux rhomboédriques équidimensionnels subhédraux ou à faces courbes de taille inférieure à 4 μm , intimement associés avec la cimentation dans les microcavités produites par la bioérosion et avec un manque d'orientation des cristaux (Schroeder, 1973, James *et al.*, 1976, Macintyre, 1977, Montaggioni, 1978, James et Ginsburg, 1979, Scoffin *et al.*, 1980). Parmi ces ciments, il faut distinguer les ciments micritiques à texture péloïdale.

Les ciments micritiques à texture péloïdale : (planche 8, photos 1, 2, 3, 5, 6, 7 et 8 ; planche 9, photos 1 à 3 ; planche 11, photo 7 ; planche 12, photos 1 et 2) : le terme "péloïde" défini comme un allochème formé de matériel microcristallin ou cryptocristallin de dimension et d'origine variées (McKee et Gutschick, 1969, *in* Bathurst, 1971) est appliqué ici pour désigner un matériel carbonaté finement grenu de forme elliptique et sphérique de 10 à 60 μm de diamètre, avec un *nucleus* finement grenu et une périphérie grossièrement cristalline (Marshall, 1983-a, Chaffetz, 1986). C'est

un terme descriptif et non génétique qui n'implique pas de mode de formation de la particule carbonatée.

Dans les récifs frangeants néocalédoniens, ce ciment, souvent géotrope à l'intérieur de certaines cavités, peut montrer une variation dans la teneur en magnésium (mise en évidence par la coloration au jaune thiazol), accompagnée d'un changement de texture (exemple de la lame 1-b-5) : à la base de la cavité, les nombreux péloïdes sont petits et pauvres en magnésium, alors que vers le sommet de la cavité, il tend à s'enrichir en magnésium et la texture péloïdale apparaît plus diffuse. Un ciment fibreux (incolore après coloration) entoure parfois les péloïdes (aragonite?) (planche 8, photo 1).

Plusieurs hypothèses peuvent être avancées sur l'origine de ce ciment (Allouc, 1985, Macintyre, 1985, Chaffetz, 1986) : 1/ origine algaire ou bactérienne ; 2/ origine sédimentaire ; 3/ origine diagénétique tardive (remplacement) ; 4/ origine chimique (précipitation).

L'origine du remplacement des pellets (Macintyre et al., 1968, Land et Goreau, 1970, Land et Moore, 1980) est douteuse car les détails pétrographiques manquent. De même, celle des organismes responsables de la pelletisation supposée n'a jamais été établie mais des groupements similaires à ceux des bactéries et la couleur des *nuclei* des péloïdes parfois brune (présence de matière organique ?), permettraient de conforter l'hypothèse d'une origine bactérienne (Chaffetz, 1986). De même, ce ciment se forme généralement en milieu cryptique ce qui implique que la photosynthèse algaire ne peut contribuer à la formation directe de la texture péloïdale (Macintyre, 1977). L'origine de la précipitation chimique continue ou répétée reste néanmoins la plus plausible : les cristallites de calcite magnésienne seraient nucléés à partir du flux aqueux passant à travers les cavités des récifs tant holocènes que pléistocènes, et la croissance des cristallites additionnels serait rapide à partir des *nuclei* pour former un agrégat microcristallin se déposant sur les planchers des cavités (Marshall, 1983-a, 1983-c, Macintyre, 1977, 1985). Certains auteurs rejettent ce mécanisme (Land et Moore, 1980) car le petit volume d'eau passant à travers les cavités serait insuffisant pour précipiter les péloïdes mais dans les récifs néocalédoniens, le développement important de ce ciment coïncide avec un hydrodynamisme de mode battu à très battu, favorisant le brassage des eaux et par conséquent la circulation d'eaux marines dans le réseau poreux de l'édifice récifal.

Les ciments micritiques péloïdaux ont été trouvés dans des cavités dues à la bioérosion et à la dissolution (ils forment alors des géotropes) (planche 8, photos 1, 3,5), dans la porosité abritée d'un organisme comme les valves des lamellibranches, ou encore à l'intérieur de cavités squelettiques où elles sont les mieux développées (vides liés à la destruction des algues rouges où de grandes plages de ciment remplacent le tissu algaire bioérodé ; loges coralliennes, de foraminifères, ...). Ils peuvent former des figures géotropes et être associés à d'autres types de ciments (souvent des formes fibreuses).

Ces ciments, communs dans l'Holocène du forage 2 combient la grande majorité des vides (notamment ceux résultant de l'action des bioérodeurs sur les algues rouges). Dans les biocalcarénites pléistocènes de ce même forage, les cavités secondaires sont tardivement emplies de ciments micritiques péloïdaux fortement magnésiens. Dans le Pléistocène du forage 5, on observe très rarement les ciments tardifs de calcite fortement magnésienne. Dans l'Holocène du forage 6, ils sont abondants (en larges plages ou frangeant les loges coralliennes et autres cavités). Dans le Pléistocène du forage 6, la

cimentation marine tardive (holocène) est polyphasée (d'abord précipitation d'un ciment micritique péloïdal puis d'un ciment fibreux de calcite fortement magnésienne) ; elle se manifeste jusque vers -16,0 m. Dans les forages 9 et 10, ces ciments comblent à l'Holocène les loges coralliennes, les tubes de gastéropodes et les cavités dues à la bioérosion ; au Pléistocène, ils sont tardifs et comblent partiellement les cavités déjà emplies de ciments d'eaux douces météoriques (il en est de même dans le Pléistocène des forages 7 et 8 entre -2,0 et -2,50 m). Dans le forage 11, ces ciments marins constituent dans l'Holocène de grandes plages dans les algues rouges encroûtantes très bioérodées et frangent les cavités coralliennes (ils sont abondants comme dans les forages 2 et 6 qui sont également en position externe).

Dans les forages 16 et 17, ils sont présents dans quelques rares fragments d'algues et de coraux. Dans le forage 18, il sont communs. Ils sont présents dans les forages de Poindimié. A Hienghène, dans les forages 23, 22 (de 0 à -3,50 m) et 24 (dans les 2 premiers mètres), ils sont également très communs.

Les ciments micritiques laminés à micropellets (*sensu* Aissaoui, 1986) : (planche 9, photos 4 et 5) : ils sont rares si ce n'est dans quelques cavités emplies de ciment micritique à texture péloïdale contenant des pellets dont la richesse varie, d'où un aspect laminé.

c/ Les ciments de calcite faiblement magnésienne : (planche 4, photos 4 et 7 ; planche 10 ; planche 11, photos 1 à 4 ; planche 12, photos 3 à 6 ; planche 13) :

De formes variées, ils ont été observés dans des cavités résultant de la dissolution de bioclastes ou de la phase de liaison. Ces ciments d'eaux douces sont constitués de calcite faiblement magnésienne (caractérisation par diffractométrie et colorations sélectives).

Les ciments drusiques : (planche 4, photo 4 ; planche 10, photos 3 et 4) : ce sont des cristaux rhomboédriques à subrhomboédriques dont les limites sont planes et la taille habituellement supérieure à 10 μm ; celle-ci augmente du mur des pores ou des cavités vers le centre. Ce ciment peut montrer un aspect fibreux dû à l'existence de linéaments fibreux mais son extinction est uniforme (et non ondulante comme celle des ciments radiaxiaux) (Kendall, 1985). Ce ciment particulier sera traité ultérieurement.

Les ciments drusiques, exclusifs du Pléistocène, sont les plus communs dans les récifs de la côte sud-est et sud-ouest. Leur abondance et leur répartition varient d'une localité à l'autre :

- sur la côte sud-est : ils sont ubiquistes, en position intergranulaire en remplacement de la matrice et de bioclastes dissous ; ils constituent des phases de comblement de la porosité secondaire. Dans le forage 5, ils frangent les bioclastes et à la base du forage (entre -6,50 et -12,50 m) la taille moyenne des cristaux augmente et tend à s'allonger. Dans le forage 6, ce sont les principaux ciments d'eaux douces (ils font aussi l'objet d'une dissolution tardive) ; ils sont parfois tronqués et recouverts de ciments tardifs marins (vers -12,0 m. par exemple). Par contre, dans le Pléistocène des forages 7 et 9 où ils sont les plus communs, leurs terminaisons cristallines recouvertes de ciments marins tardifs (holocènes) ne sont pas tronquées. Dans le Pléistocène du forage 10, ils sont très communs, de même que dans celui du forage 11 où

ils ne sont que très rarement recouverts de ciments marins tardifs (si ce n'est entre -2,50 et -3,0 m). Dans les forages 12 et 13, une grande partie de ces ciments dont le volume tend à décroître avec la profondeur (comme dans le forage 11) est récente (on n'observe pas de ciments marins postérieurs à la cimentation d'eaux douces, ce qui prouve que le soulèvement est antérieur à la transgression holocène).

- sur la côte sud-ouest : ils sont plus discrets et ne remplacent que ponctuellement la matrice très peu dissoute ; par contre ils interviennent dans la cimentation des cavités moldiques qu'ils ne comblent que partiellement. La taille des cristaux est généralement plus petite que celle observée dans les forages de la côte sud-est.

Les ciments granulaires ("blocky cement" de Bathurst, 1958) : (planche 10, photo 1) : ils sont composés de cristaux anhédraux à subhédraux de taille supérieure à 10 μm se situant entre les particules et dans les vides. L'acquisition de la texture granulaire est probablement le résultat de vitesses de cristallisations très faibles se manifestant à partir de solutions carbonatées déficitaires en ions SO_4^{--} et Mg^{++} pour des rapports $\text{Mg}/\text{Ca} \geq 1/64$ (Buckley, 1961 in Montaggioni, 1978).

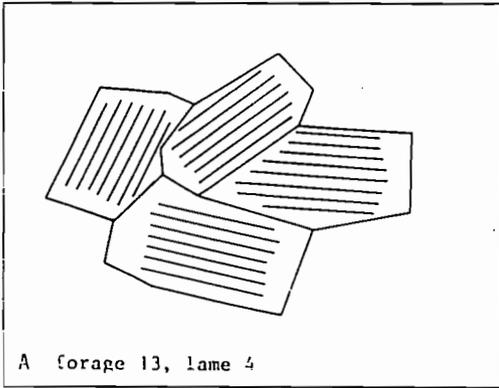
Les ciments équigranulaires ont été trouvés exclusivement dans le Pléistocène des récifs de la côte sud-est, la plupart du temps associés avec les ciments en "dents de chien". Ils se localisent préférentiellement dans les parties moyennes et inférieures de la zone vadose sous-jacente à la rhizosphère (Montaggioni, 1978).

Les ciments en "dents de chien" ("dog-tooth cement" de Schneider, 1977 = "scalenoidic calcite cement" in Coudray, 1976 et Montaggioni, 1978) : (planche 10, photo 2) : les cristaux sont des scalénoèdres allongés de 15 à 30 μm de long atteignant parfois 150 μm . Ils croissent perpendiculairement ou légèrement inclinés par rapport au substrat préexistant qui peut être de calcite fortement ou faiblement magnésienne ou aragonitique. A ce type de cimentation est souvent associée une cimentation en mosaïque équigranulaire.

Ils constituent une phase terminale de cimentation comme souvent les sparites fibreuses de calcite faiblement magnésienne. Ces ciments ont été trouvés dans le Pléistocène des récifs de la côte sud-est (dans le forage 5, de -3,50 à -4,50 m et vers -10,0 m ; dans le forage 6, de -9,50 à -10,0 m ; dans le forage 10, de -0,50 à -3,0 m et de -6,0 à -7,50 m ; dans le forage 11, de -2,50 à -11,50 m ; dans le forage 12, de -3,0 à -4,50 m ; dans le forage 13, de -2,50 à -4,50 m).

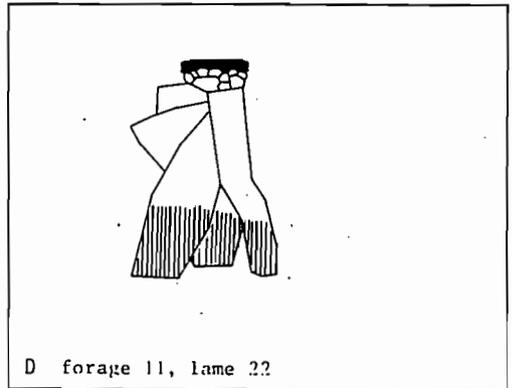
Les ciments de sparites "fibreuses" : (planche 10, photos 5 à 8 ; figure 48) : la phase terminale de certaines cimentations drusiques est constituée de cristaux avec des franges ou des amas d'inclusions et de fibres. Ces inclusions ou fibres peuvent avoir une répartition indépendante des limites cristallines ou bien les respecter. On distingue ainsi plusieurs types de croissance cristalline fibreuse. Souvent associés à ces fibres, des liserés oxydés apparaissent à la base des fibres ou en position intercalée.

1/ Fibres parallèles à l'axe d'allongement cristallin de direction quelconque, respectant les limites cristallines (exemple : forage 13, lame 4, figure 48-A).



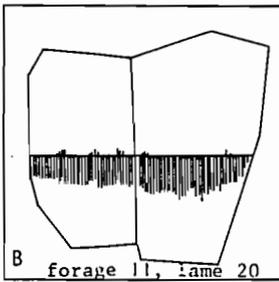
A forage 13, lame 4

Fibres parallèles à l'axe d'allongement cristallin de direction quelconque



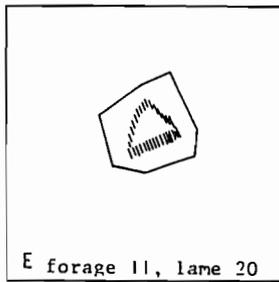
D forage 11, lame 22

Fibres parallèles à l'axe de croissance cristalline dans la phase terminale



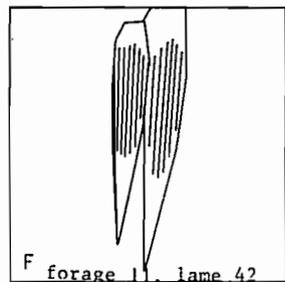
B forage 11, lame 20

Fibres parallèles à l'axe cristallin



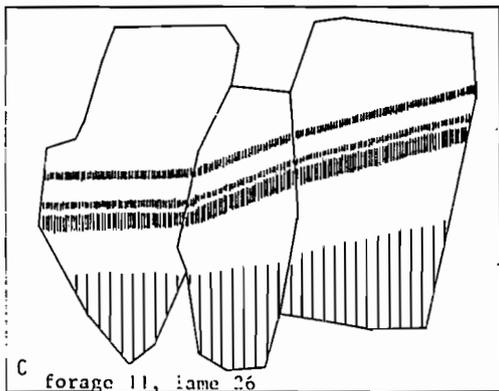
E forage 11, lame 20

Cristaux à nucléation fibreuse



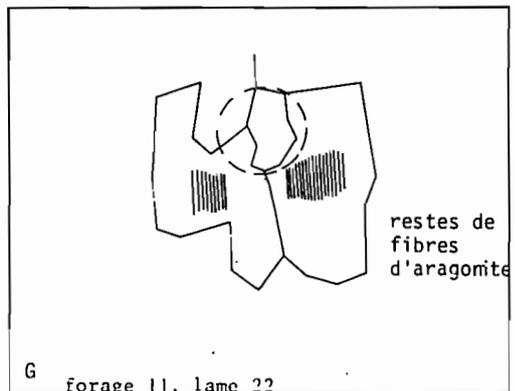
F forage 11, lame 42

Fibres parallèles à l'axe cristallin



C forage 11, lame 26

Fibres parallèles à l'axe d'accroissement cristallin, constituant plusieurs franges



G forage 11, lame 22

restes de fibres d'aragonite

Figure 48 : les ciments sparitiques fibreux pléistocènes de calcite faiblement magnésienne

2/ Fibres parallèles aux axes d'allongement cristallin, recoupant indifféremment les limites cristallines. On observe un liseré oxydé à la base des fibres qui constituent une frange à mi-distance des limites cristallines dans l'axe d'allongement (exemple : forage 11, lame 20, figure 48-B).

3/ Fibres parallèles à l'axe de croissance cristalline, constituant plusieurs franges (exemple : forage 11, lame 26, figure 48-C).

4/ Fibres parallèles à l'axe de croissance cristalline dans la phase terminale cristalline (exemple : forage 11, lame 22, figure 48-D).

5/ Cristaux à nucléations fibreuses (exemple : forage 11, lame 20, figure 48-E).

6/ Fibres parallèles à l'axe de croissance cristalline dans des cristaux en "dents de chien" (exemple : forage 11, lame 42, figure 48-F).

Dans certains cas, on observe des sparites dont les fibres constituent le témoin de l'ancienne structure d'un test, en général corallien. Exemple : forage 11, lame 22, figure 48-G.

Des amas oxydés, piégés dans des ciments drusiques lors de la croissance cristalline et disposés en alignements perpendiculaires à l'axe de croissance sans respect des limites cristallines ont également été trouvés dans le Pléistocène du forage 9 (lame 29, entre -2,90 et -3,50 m).

L'examen des cristaux fibreux au microscope électronique à balayage (MEB) (échantillon 26, forage 11 et échantillon 7, forage 8) met en évidence leur microstructure (planche 10, photos 7, 8 et 9) : chaque cristal est constitué d'un assemblage de nannocristaux séparés entre eux par de petites dépressions fusiformes constituant des cavités allongées, pouvant présenter des inclusions entre les cristallites partiellement coalescents comme dans les ciments décrits par Kendall et Broughton (1978) et Aissaoui (1986).

Les "fibres" de couleur noirâtre ou brunâtre constituent des alignements parfois isopaques d'impuretés piégées lors de la croissance cristalline. Ces alignements sont dus à un remaniement et à une lixiviation des horizons pédologiques sus-jacents par les eaux météoriques, suivis d'une rétention dans les réseaux cristallins (Montaggioni, 1978, Aissaoui, 1986, Purser et Aissaoui, 1985).

Ces ciments sparitiques fibreux sont uniquement dans le Pléistocène de la côte sud-est où ils constituent les phases terminales de la cimentation d'eaux douces. Ils se répartissent de la façon suivante :

1/ en 1 seul niveau : dans le forage 5, vers environ -3,50 m ; dans le forage 6, de -5,0 à -7,50 m ; dans le forage 7, vers environ -1,50 m ; dans le forage 8, de -1,0 à -2,50 m ;

2/ en 2 niveaux : dans le forage 10, de -0,50 à -1,50 m et vers -7,50 m ; dans le forage 11, de -2,0 à -4,0 m et de -5,50 à -7,50 m ; dans le forage 12, de -2,0 à -2,50 m et de -5,0 à -6,0 m ; dans le forage 13, de -2,0 à -4,0 m et de -3,50 à -4,50 m.

Ces mêmes ciments sont trouvés dans des niveaux séparés de 1 à 2 m dans les forages 10 à 13. Chacun des niveaux correspond probablement à une phase d'altération pédogénétique distincte.

Les ciments syntaxiaux et fibro-radiés ("syntaxial rim cement" de Bathurst, 1958 = "syntaxial overgrowth" ou "syntaxial calcite cement" de Schneider, 1977 in Montaggioni, 1978) : (figures 49 C à G) : ils se caractérisent par la croissance des cristaux en continuité optique autour des débris d'échinodermes et des tests de foraminifères et de mollusques.

• Autour des échinodermes (figure 49 C-E) : cette cimentation bien décrite par Matthews (1967), se compose d'un monocristal ou d'un assemblage de cristaux microsparitiques à sparitiques souvent mâclés. Cette cimentation peut également montrer une tendance stalactitique.

• Autour des foraminifères (figure 49 F-G) : cette cimentation est commune autour des sections d'amphistégines et parfois des calcarines : elle diffère de la précédente car elle est généralement polycristalline :

+ elle peut être composée d'aiguilles de 70 à 100 μm de long et 10 μm de large. Cette cimentation est commune en général autour des tests hyalins de foraminifères ;

+ elle peut également être composée de cristaux sparitiques à microsparitiques allongés de 200 μm de long et 50 μm de large. Ce ciment peut montrer une nette tendance gravitaire.

Ces ciments syntaxiaux peuvent se former en zone phréatique (Longmann, 1980) ou en zone subaérienne de subsurface (Flügel, 1982).

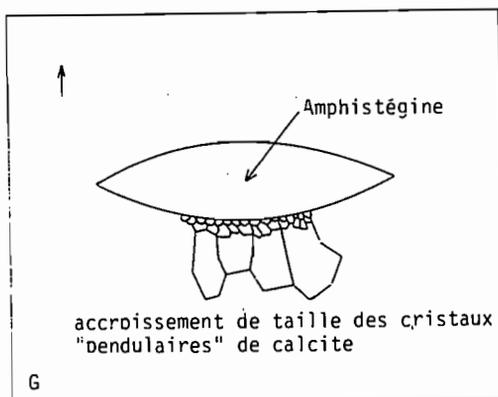
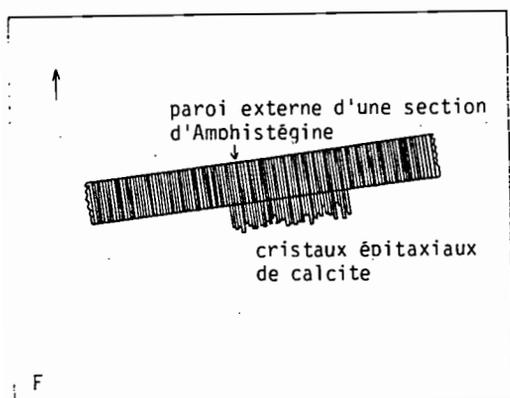
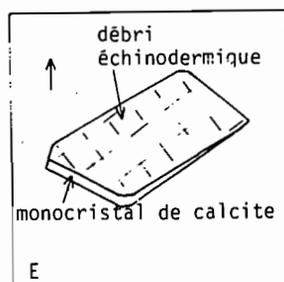
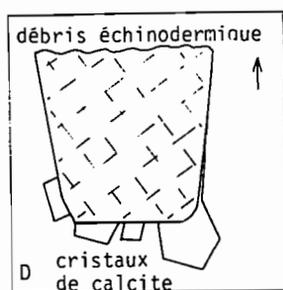
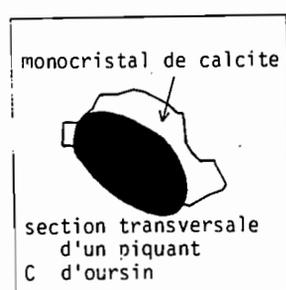


Figure 49 : les ciments pléistocènes syntaxiaux

En Nouvelle-Calédonie, ces ciments d'eaux douces sont présents dans le Pléistocène récifal de la côte sud-est et absents dans celui de la côte sud-ouest. Il en est de même pour les ciments épitaxiaux fibroradiés autour des foraminifères à tests hyalins et des mollusques que l'on trouve dans plusieurs forages de la côte sud-est : dans le forage 6, à partir de -5,50 m environ jusqu'à la base du forage ; dans le forage 7, à partir de -1,50 m alors que les foraminifères à tests hyalins sont présents bien avant ; dans le forage 8, ils apparaissent épisodiquement en fonction de la texture du sédiment ; dans les forages 10 et 11, les ciments épitaxiaux autour des foraminifères et échinodermes apparaissent dès les premiers niveaux altérés par les eaux douces jusqu'à la base du forage. On observe également une cimentation de calcite faiblement magnésienne fibro-radiée stalactitique autour des débris de mollusques ; dans les forages 12 et 13, les cimentations syntaxiales sont ubiquistes autour des débris échinodermiques, des foraminifères à tests hyalins et des mollusques. Dans le forage 12, on observe des ciments fibro-radiés autour des *Calcarina*. Les calcaires récifaux prélevés sur ce récif émergé sont actuellement soumis à une pluviosité intense, cette côte étant abondamment arrosée par les pluies amenées par les vents dominants d'est et de sud-est. Dans ces 2 derniers forages ainsi que dans certains niveaux des forages 12 et 13, la cimentation syntaxiale montre une nette tendance stalactitique qui signe les milieux vadoses (Freeman, 1971).

Les ciments microstalactitiques ("microstalactitic druse" de Purser, 1969 = "gravitational cement" de Müller, 1971) : (planche 11, photos 2 et 3) : des cristaux de forme drusique montrent une disposition qui rappelle la morphologie d'une gouttelette d'eau initialement suspendue à la base du grain. Des dissolutions sélectives de la matrice sous des bioclastes peuvent amener également des cimentations de ce type.

Ces ciments ont été trouvés :

- Dans la partie supérieure du forage 5 au niveau des cimentations sparitiques frangeant les bioclastes ;
- Dans les calcarénites pléistocènes interstratifiées dans l'Holocène du forage 2 au niveau des ciments syntaxiaux autour de débris échinodermiques.

Les ciments en ménisque ("meniscus cement" de Dunham, 1971) : il s'agit d'un ensemble de cristaux granulaires entre 2 bioclastes adjacents. Leur situation rappelle la forme du ciment en ménisque défini par Dunham (1971). Ils caractérisent la zone vadose météorique et sont rarement observés dans le Pléistocène des récifs de la côte sud-est (partie supérieure du forage 5).

II-2- Variations dans la répartition des ciments (tableaux 11 à 20) :

1/ Variation en fonction de l'orientation des côtes :

L'évolution diagénétique dans les récifs des côtes sud-est et sud-ouest permet de distinguer 2 unités :

- * une unité supérieure holocène où dominant les ciments marins ;
- * une unité inférieure pléistocène où des ciments d'eaux douces coexistent avec des ciments marins précoces (côte sud-ouest) ou tardifs (côte sud-est).

Dans les récifs holocènes des côtes est et nord, les ciments d'eaux douces sont absents.

Tableau 11 : la phase de liaison dans le forage 2

lames	01	02	03	04	05	06	07	08	09
L. 1	++++	++++							
L. 5	++++	++++							
L. 8	++++	++++							
L. 11	++++	++++							
L. 14	++++	++++							
L. 16	++++	++++							
L. 18	++++	++++	++++					++++	
L. 19	++++	++++	++++					++++	
L. 23	++++	++++	++++			++++	++++		++++
L. 25	++++	++++	++++			++++	++++		++++
L. 32	++++	++++	++++			++++	++++		
L. 33	++++	++++	++++			++++	++++		
L. 36	++++	++++	++++			++++	++++		
L. 46	++++	++++	++++			++++	++++		
L. 48	++++	++++	++++			++++	++++		

Légende des tableaux relatifs à la phase de liaison :

- 01 : micrite
- 02 : ciment en aiguilles ou en fibres
- 03 : ciment drusique sparitique
- 04 : ciment en structure régulière
- 05 : ciment en dents de chien
- 06 : ciment à terminaisons scalénoédriques
- 07 : ciment syntaxial
- 08 : ciment sparitique fibreux
- 09 : ciment à tendance stalactitique
- 10 : ciment en menisque

Tableau 12 : la phase de liaison dans le forage 5

lames	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
L. 1	++++		++++			++++				
L. 1-b	++++		++++			++++			++++	++++
L. 2-a	++++		++++			++++			++++	++++
L. 2-d	++++	++++	++++			++++	++++			
L. 3-a	++++		++++			++++	++++			
L. 3-e	++++		++++			++++	++++		++++	++++
L. 4	++++		++++			++++	++++		++++	++++
L. 10	++++		++++			++++	++++		++++	++++
L. 11	++++		++++	(++)		++++	++++		++++	++++
L. 17	++++		++++		++++	++++	++++		++++	++++
L. 18	++++		++++		++++	++++	++++		++++	++++
L. 21	++++		++++		++++	++++	++++		++++	++++
L. 32	++++	++++	++++			++++	++++		++++	++++
L. 46	++++	++++	++++			++++	++++		++++	++++
L. 51	++++		++++			++++	++++		++++	++++
L. 58	++++		++++	++++	++++	++++	++++		++++	++++
L. 64	++++		++++			++++	++++		++++	++++
L. 68	++++		++++			++++	++++		++++	++++

Tableau 13 : la phase de liaison dans le forage 6

lames	01	02	03	04	05	06	07	08	09
L. 1	++++	++++							
L. 4	++++	++++							
L. 11	++++	++++							
L. 12	++++	++++							
L. 14	++++	++++							
L. 16	++++	++++							
L. 21	++++	++++							
L. 24	++++	++++							
L. 28	++++	++++							
L. 34	++++	++++							
L. 35	++++	++++							
L. 40	++++	++++							
L. 42	++++	++++							
L. 46	++++	++++							
L. 53	++++	++++							
L. 56	++++	++++							
L. 64	++++	++++							
L. 68	++++	++++							
L. 69	++++	++++							
L. 72	++++	++++							
L. 86	++++	++++							
L. 88	++++	++++							
L. 91	++++	++++							
L. 93	++++	++++							
L. 101	++++	++++							
L. 105	++++	++++							
L. 113	++++	++++							

Tableau 14 : la phase de liaison dans le forage 7

lames	01	02	03	04	05	06	07	08	09
L. 1	++++		++++						
L. 5	++++		++++						
L. 11	++++		++++						
L. 12	++++		++++						
L. 17	++++		++++						
L. 21	++++		++++						
L. 23	++++		++++						

Tableau 15 : la phase de liaison dans le forage 8

lames	01	02	03	04	05	06	07	08	09
L. 1	++++		++++						
L. 5	++++		++++	++++					
L. 7	++++		++++						
L. 10	++++		++++						
L. 12	++++		++++						
L. 19	++++		++++						
L. 21	++++		++++	++++	++++				
L. 24	++++		++++						
L. 30	++++		++++	++++					
L. 31	++++		++++						
L. 33	++++		++++						
L. 40	++++		++++						
L. 45	++++		++++						
L. 46	++++		++++						
L. 47	++++		++++						
L. 47	++++		++++						

Tableau 16 : la phase de liaison dans le forage 9

lames	01	02	03	04	05	06	07	08	09
L. 4	++++	++++							
L. 15	++++	++++							
L. 23	++++		++++						
L. 25	++++		++++						
L. 29	++++		++++						

2/ Cas des ciments marins :

L'importance de la lithification marine peut varier en fonction de la texture des sédiments (Marshall, 1983-a, Aissaoui et Purser, 1986) et de la nature des débris et de leur abondance : les algues rouges, souvent très bioérodées, sont le siège d'une importante cimentation marine dans les cavités d'origine secondaire et, dans une moindre mesure, au sein des conceptacles ; les débris de constructions coralliennes massives sont au contraire rarement le siège d'une cimentation interparticulaire

- **Variation en fonction de l'âge des unités récifales** : les ciments marins sont également présents dans le Pléistocène récifal où on observe la coexistence de ciments d'eaux douces et marins (planche 7, photo 3 ; planche 12, photo 6) dans les récifs de la côte sud-ouest. Sur la côte sud-est, les ciments marins instables dans les conditions actuelles ont été dissous et remplacés par des ciments d'eaux douces mais peuvent subsister sous forme de fantômes (planche 7, photo 9). Les ciments marins qui succèdent à ceux d'eaux douces sont tardifs (holocènes).

- **Variation en fonction de l'énergie hydrodynamique** : les carottages effectués dans des environnements relativement peu agités (à l'abri des vents dominants) renferment des sédiments peu cimentés. Par contre, dans des milieux de type battu, la cimentation marine est très active comme dans le cas des récifs de la côte sud-est et des côtes est et nord.

Les platiers de Thio très voisins, montrent des différences dans l'intensité de la lithification dues à l'hydrodynamisme. Dans les forages 16 et 17 (effectués sur un platier abrité des vents dominants), les constructions coralliennes branchues sont peu lithifiées. Dans le forage 18 (platier voisin exposé), les débris de constructions coralliennes branchues et massives et les encroûtements d'algues rouges sont beaucoup plus cimentés. A Poindimié, l'hydrodynamisme (platier exposé aux vents dominants) explique la nature des biofaciès (prédominance des constructions coralliennes massives, des algues rouges et des biocalcarénites à débris coralliens dominants) et l'importance de la cimentation marine. Corrélativement à la cimentation marine, la bioérosion est très active et des remplissages de sédiments internes sont également observés. Dans les forages de Pouébo et de Poum, la quasi-absence de cimentation marine est expliquée par la faiblesse de l'hydrodynamisme (du moins à Pouébo).

Dans les forages de la côte sud-est, certains ciments d'eaux douces sont postdatés par des ciments marins à disposition géotrope (micrites péloïdales de calcite fortement magnésienne). Dans le forage 6 implanté à Tara près du tombant, la cimentation tardive est polyphasée comme celle de l'Holocène sus-jacent. Dans le forage 8 (platier de Gouaé) proche de l'île de Noutié, elle est absente ; le tombant est très éloigné et le milieu relativement peu agité par rapport aux autres forages. De même dans les forages 10 et 11, les ciments marins tardifs sont très rares. On constate par contre des taux de ciments d'eaux douces très importants ainsi que l'existence de cavités en réseaux plus grandes. Or du point de vue hydrodynamique, ces forages ont été implantés en milieux relativement plus agités. La rareté de ces ciments pourrait donc s'expliquer par la nature du substrat, la morphologie et la répartition des cavités intrarécifales. Cette hypothèse déjà envisagée dans la Grande Barrière

récifale australienne peut expliquer la répartition des ciments marins (Marshall, 1983-a, 1985).

- **Variation en fonction de la nature biologique des supports** : la présence de spicules d'alcyonaires et d'algues rouges est fréquemment synonyme d'intenses cimentations aragonitiques et micritiques péloïdales de calcite fortement magnésienne.

Les cavités coralliennes sont le siège de cimentations aragonitiques épitaxiales et micritiques péloïdales de calcite fortement magnésienne parfois abondantes. Les loges des Faviidés sont les plus cimentées ; celles des Poritidés le sont très peu sauf dans les forages de Ricaudy. Chez les Acroporidés, on constate une quasi-absence de cimentations, peut-être due au fait qu'ils sont généralement dans les forages en débris de branches encroûtées par des organismes (Corallinacées, foraminifères et bryozoaires), ces croûtes pouvant constituer une barrière à la pénétration des fluides.

Par contre, d'importantes cimentations d'aragonite en aiguilles ou de calcite fortement magnésienne micritique parfois péloïdale comblent les cavités intrabioclastiques des gastéropodes.

Les ciments épitaxiaux ne se développent que faiblement autour des lamellibranches. Les loges des foraminifères et les utricules des *Halimeda* ne montrent pas les cimentations spectaculaires décrites plus haut.

- **Variation de la cimentation marine dans les récifs frangeants holocènes néocalédoniens en fonction de la profondeur en forages** : dans beaucoup de forages des côtes est et nord, les cimentations marines très répandues dans les parties supérieures sont pratiquement nulles dans les parties inférieures. Ce fait doit être interprété comme le résultat d'un changement hydrodynamique lié à la transgression holocène : montée rapide du niveau marin (base des forages) s'accompagnant d'une faible circulation des fluides à travers le récif, peu favorable à la cimentation, puis ralentissement et stabilisation (sommet des forages) du niveau marin, facilitant la précipitation des ciments.

A Hienghène, dans le forage 22, caractérisé par des coraux massifs et des algues rouges, les ciments marins sont particulièrement bien développés jusqu'à environ -3,50 m. Par contre de -3,50 à -5,50 m, la cimentation marine est moins importante ou disparaît. Dans le forage 24, la cimentation marine importante dans les 2 premiers mètres est quasi-absente dans les 2,50 m suivants et se développe à nouveau dans les 2 derniers.

3/ Cas des ciments d'eaux douces :

La fréquence des ciments d'eaux douces tend à décroître avec la profondeur dans les forages sur les récifs de la côte sud-est. Le phénomène est inversé dans ceux de la côte sud-ouest (Ricaudy).

Certains types de ciments n'apparaissent que dans des conditions particulières. Les ciments fibreux de calcite faiblement magnésienne résultent de processus pédologiques. Les ciments syntaxiaux se développent autour des fragments échinodermiques, de tests de foraminifères et parfois de mollusques dans des zones météoriques où les circulations d'eaux douces sont très importantes. Ces ciments sont absents dans les forages de la côte

sud-ouest (Ricaudy) caractérisés par la présence de figures diagénétiques d'origine météorique vadose.

II-3-Succession des ciments (figure 50) :

L'étude séquentielle des cimentations permet d'établir la succession des événements diagénétiques affectant les unités récifales, en liaison avec les variations du niveau marin, la néotectonique ou les autres facteurs contrôlant les cimentations (hydrodynamisme, concentrations en ions, ...).

a/ Succession des ciments marins : (planche 12, photos 7 et 8) : la cimentation marine se manifeste dans tous les récifs frangeants étudiés (côtes nord et est ; côtes sud-est et sud-ouest) et peut être :

- précoce dans les espaces intrasquelettiques (cavités d'origine primaire : loges d'organismes ; cavités d'origine secondaire : cavités de bioérosion) ou interbioclastiques.

- tardive (par rapport au dépôt du matériel initial) dans les récifs pléistocènes de la côte sud-est :

- elle intéresse les cavités partiellement emplies de sparite calcitique faiblement magnésienne ;

- elle intéresse les cavités dues à la dissolution ou à l'activité des bioérodeurs.

+ Succession de ciments marins de même minéralogie :

1/ Précipitation d'aragonite : ce cas a été observé dans des "beach-rocks" de la côte ouest où le ciment d'aiguilles aragonitiques se caractérise par l'existence de plusieurs franges superposées avec une diminution de la longueur des aiguilles dans les franges successives.

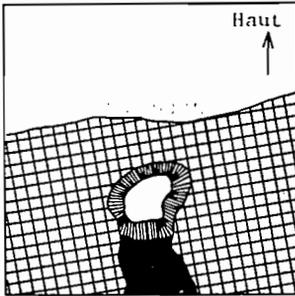
2/ Précipitation de calcite fortement magnésienne : (figure 50 A, B, C et H) :

- Dans certaines cavités, un ciment géotrope de calcite hautement magnésienne à texture péloïdale est surmonté d'un ciment de même nature minéralogique fibreux en franges isopaques. L'épaisseur de la frange varie : elle peut être maximale au toit de la cavité et minimale à son plancher, ce qui constitue un critère d'orientation. Elle peut franger son substrat, moulant les formes cristallines antérieures (planche 11, photos 6, 7 et 8) ou constituer une frange de ciment autour des péloïdes.

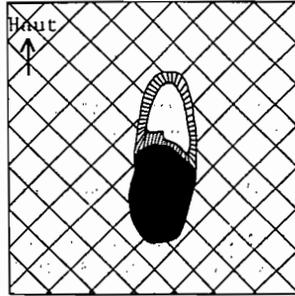
- Dans d'autres cavités, des ciments frangeants fibreux de calcite fortement (ou hautement) magnésienne tapissent les parois, et sont suivis d'un ciment micritique péloïdal ; ce cas, plus rare, est observé dans le forage 6 (lame 40).

- Des ciments micritiques péloïdaux de calcite fortement magnésienne peuvent se succéder constituant ainsi un remarquable exemple de ciments micritiques polyphasés. Dans des niveaux de pellets interstratifiés dans ce ciment, les pellets sont généralement de forme ovoïde, plus rarement de forme anguleuse (planche 7, photos 4 et 5). Aucun débris d'organisme n'est observable dans ce type de ciment. Les péloïdes se distinguent des pellets par leur taille plus petite, leurs contours flous et un granoclassement inverse (le diamètre des péloïdes est plus grand vers le sommet du niveau qu'à sa base).

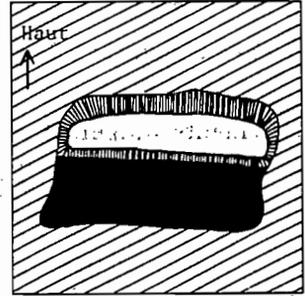
A-E : ciments marins ; F-I : ciments d'eaux douces puis ciments marins



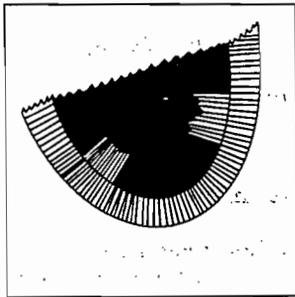
A calcite Mg micritique puis fibreuse dans le tissu algair (forage 6, lame 28, vers -4,0 m)



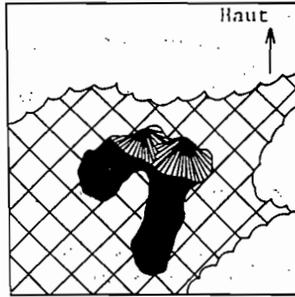
B calcite Mg micritique puis fibreuse dans une loge corallienne (forage 11, lame 4, vers -0,5 m)



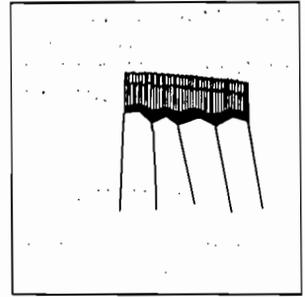
C calcite Mg micritique puis fibreuse dans la biocalcarénite pléistocène (forage 6, lame 81, -12,5 m)



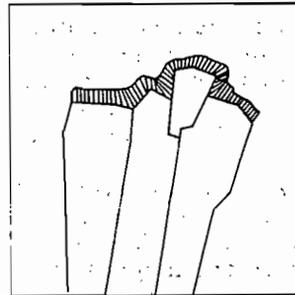
D aiguilles aragonitiques puis calcite Mg micritique dans une cavité de gastéropode (forage 6, lame 32)



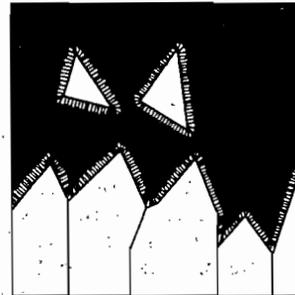
E calcite Mg micritique puis aragonite en aiguilles dans un débris corallien (forage 6, lame 11)



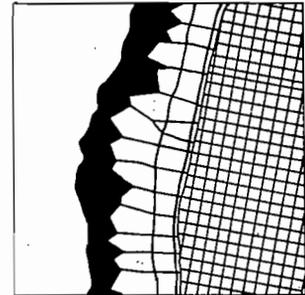
F calcite drusique puis calcite Mg fibreuse (forage 6, lame 81, -12,5 m)



G calcite drusique puis calcite Mg fibreuse. On note les cristaux tronqués du ciment drusique (forage 6, lame 40, -4,0 m)



H calcite drusique puis calcite Mg fibreuse et micritique (forage 6, lame 52, -7,5 m)



I calcite drusique puis calcite Mg micritique (forage 7, lame 11, -1,0 m)

Figure 50 : la succession des ciments marins et / ou d'eaux douces

+ Succession de ciments marins de minéralogie différente:

1/ Précipitation d'aragonite puis de calcite fortement magnésienne : (planche 12, photo 7 ; figure 50-D) : on constate le dépôt d'aiguilles aragonitiques épitaxiales à l'intérieur de cavités intrasquelettiques (loges de coraux, cavités de gastéropodes, loges de foraminifères). Cette cimentation frangeante n'obstrue pas toujours complètement les vides et une cimentation de calcite fortement magnésienne micritique à disposition centripète peut alors mouler parfaitement les terminaisons des aiguilles aragonitiques.

2/ Précipitation de calcite fortement magnésienne puis d'aragonite : (figure 50-E) : dans certains microenvironnements (loges coralliennes ou cavités d'origine secondaire) une cimentation micritique de calcite fortement magnésienne à disposition géotrope ou frangeante, de texture péloïdale ou non, emplit partiellement la cavité. Des ciments aragonitiques sous forme de franges ou d'amas d'aiguilles ("needle mesh" de James et Ginsburg, 1979) constituent la phase suivante de la cimentation en cristallisant à partir d'un germe micritique ; ces derniers ciments diffèrent des ciments aragonitiques sphérolitiques généralement trouvés au contact de tissus algaires ou de spicules d'alcyonaires.

3/ Dépôt de sédiments internes puis précipitation de ciments aragonitiques : (planche 12, photo 1) : des cavités, en grande majorité d'origine secondaire, peuvent être emplies de sédiments internes constitués de microdébris et de micrite d'origine détritique. Le remplissage incomplet des cavités constitue des figures géotropes qui peuvent être secondairement affectées par l'activité biologique (fouissage). De même, la porosité résiduelle peut être oblitérée par des ciments de calcite fortement magnésienne à texture péloïdale.

b/ Succession des ciments d'eaux douces : elle a été mise en évidence dans les récifs frangeants des côtes sud-est (dans la totalité des forages 5, 7, 8, 12 et 13 et dans l'ensemble inférieur des forages 6, 9, 10 et 11) et ceux des côtes sud-ouest (dans l'ensemble inférieur). (unité inférieure des forages des côtes sud-est et sud-ouest) :

Les ciments d'eaux douces sont calcitiques et faiblement magnésiens. La forme des cristaux est sensiblement constante. Seules les teneurs en éléments traces (Fe, Mn, Mg et Sr) varient de façon notable comme l'ont montré les microanalyses X effectuées au MEB. On peut parfois observer sur la surface des cristaux, de petits granules ferrifères et / ou manganésifères (planche 10, photo 9).

Deux types de séquences ont été observées :

1/ Calcite en mosaïque, puis calcite en "dents de chien" : une cimentation calcitique lie les divers bioclastes, avec généralement augmentation de la taille des cristaux du bord du débris vers le centre de la cavité. L'ultime phase de cimentation météorique peut se traduire par la précipitation de ciments calcitiques allongés, à terminaisons scalénoédriques étroites. La base de ce ciment peut être frangée par un fin liseré d'oxydation.

2/ Calcite en mosaïque, puis calcite fibreuse : un ciment sparitique de calcite en mosaïque avec accroissement de la taille des cristaux du bord des bioclastes vers le centre des vides constitue la première phase de cimentation. Celle-ci peut être suivie par une phase de ciments sparitiques de calcite fibreuse avec souvent nombreuses intercalations de liserés d'oxydation.

c/ Succession de ciments marins puis de ciments d'eaux douces : (planche 7, photos 3 et 9 ; planche 12, photo 9 ; planche 13, photos 1 et 2) ; ce dernier cas est difficile à mettre en évidence du fait des changements minéralogiques et structuraux qui affectent les ciments marins lors de la diagenèse météorique. Il a été observé notamment dans les loges de certains scléractiniaires ayant subi une altération (dans le Pléistocène des côtes sud-est et sud-ouest) ; une cimentation sous forme d'aiguilles aragonitiques précède alors une cimentation sparitique de calcite faiblement magnésienne, obstruant complètement la cavité. Dans d'autres cas, le ciment aragonitique n'est pas conservé ; seuls des fantômes d'aiguilles sont visibles au sein du ciment sparitique.

d/ Succession des ciments d'eaux douces puis marins :

Après une période de durée indéterminée en milieu subaérien, les récifs pléistocènes de la côte sud-est sont de nouveau immergés et soumis à de nouvelles cimentations marines. Dans la plupart des cas les ciments calcitiques sparitiques sont recouverts de ciments de calcite fortement magnésienne. Les successions observées sont les suivantes :

1/ Calcite faiblement magnésienne puis calcite fortement magnésienne fibreuse : (planche 11, photo 6 ; figures 50-G et H) : le ciment de calcite sparitique drusique ou en mosaïque (avec parfois des terminaisons tronquées) est recouvert par un ciment frangeant fibreux de calcite fortement magnésienne moulant parfaitement les formes cristallines antérieures (planche 11, photo 6). Un ciment micritique à texture péloïdale de calcite fortement magnésienne peut compléter cette succession.

2/ Calcite faiblement magnésienne puis calcite fortement magnésienne de texture péloïdale : (planche 11, photos 7 et 8 ; figures 50-F et I) : par rapport à l'exemple précédent, on observe une inversion dans l'apparition des ciments marins : le ciment de calcite fortement magnésienne à texture péloïdale précède le ciment fibreux de même minéralogie.

III- Les enveloppes micritiques :

Les processus amenant à la formation de l'enveloppe micritique ont été définis par Bathurst (1966) qui a reconnu 3 étapes. Leur répétition amène la création d'une masse opaque entourant le bioclaste :

- 1/ perforations du bioclaste par des algues ;
- 2/ les filaments algaires meurent, se décomposent et laissent libres des microcavités ;
- 3/ de très fines particules biodétritiques emplissent les microcavités.

Dans le Pléistocène de Ricaudy, on observe de nombreux bioclastes avec un développement d'enveloppes micritiques à partir de microperforations. Les phénomènes de dissolution sélective montrent que les particules carbonatées

possédant une enveloppe micritique ou partiellement micritisées sont plus résistantes à la dissolution (planche 13, photo 6).

a / Origine des microperforations : plusieurs types d'organismes sont responsables des microperforations : (1) les algues (Bathurst, 1966) ; (2) les bactéries qui sont souvent associées intimement aux grains carbonatés (Zo Bell, 1943 *in* : Friedman *et al.*, 1971). Les microperforations de 2 à 3 μm pourraient avoir cette origine ; (3) les algues bleues Cyanophycées ;

b/ Cimentation des microperforations : les microperforations observées dans les bioclastes du Pléistocène récifal de Ricaudy (planche 14, figures 8 et 9) ou de la côte sud-est (planche 5, photo 1) sont totalement colmatées par de la micrite.

Dans les environnements actuels, les microperforations sont emplies de micrite aragonitique ou de calcite fortement magnésienne (Alexandersson, 1972-a, Bathurst, 1971). La micrite résulte d'une précipitation (Hook *et al.*, 1984) dans un microenvironnement où l'eau est sursaturée en Ca CO_3 mais Zeff et Perkins (1979) ont montré que la formation des enveloppes micritiques était possible en milieu profond où la sous saturation en Ca CO_3 devrait en principe restreindre la précipitation de ciment.

c/ Conséquences de la création des enveloppes :

- Les enveloppes micritiques se trouvent à toute profondeur et ne sont donc pas des marqueurs de paléobathymétrie (Friedman *et al.*, 1971, Hook *et al.*, 1984). Cependant, dans les bioclastes du Pléistocène de Ricaudy, les encroûtements autour des bioclastes sont très étendus, établissant que les échantillons se sont déposés à faible profondeur (Tudhope et Risk, 1983). Les ciments micritiques et les microperforations sont plus importants sur les faces supérieures des débris.

- Dans les faciès où les bioclastes sont intensément perforés, la matrice micritique est très abondante. Les microperforants sont responsables de la perte de carbonate de calcium par dissolution directe mais également par fragmentation, d'où production de micrite. Les débris très fins peuvent en effet se déposer *in situ* ou être remis en suspension et transportés (Scoffin *et al.*, 1980, Tudhope *et al.*, 1983, Hutchings, 1986).

- Dans le Pléistocène de Ricaudy, les enveloppes micritiques pourraient bloquer la dissolution, les filaments calcifiés des algues réduisant la perméabilité et la porosité du substrat sous-jacent (Kobluk et Risk, 1977).

IV-Transformations diagénétiques des éléments squelettiques :

Le néomorphisme qui inclut toutes transformations par lesquelles les cristaux originels sont remplacés par de nouveaux (Folk, 1965) se déroule suivant 2 processus requérant la dissolution d'une phase "instable" (calcite fortement magnésienne et aragonite) et la précipitation d'une phase dite "stable" (calcite faiblement magnésienne) (Land et Moore, 1980) :

- dans les unités récifales holocènes, on observe des recristallisations qui sont des changements de la forme et / ou de la dimension du cristal sans

changement de minéralogie;

- dans les unités récifales pléistocènes des côtes sud-est et sud-ouest, on observe des remplacements cristallins qui s'accompagnent de modifications de la minéralogie.

L'étude de ces transformations diagénétiques, menée conjointement avec celle des ciments permet de différencier les environnements diagénétiques, et sert à la reconstitution des paléoenvironnements.

IV-1-Les sclérectiniaux :

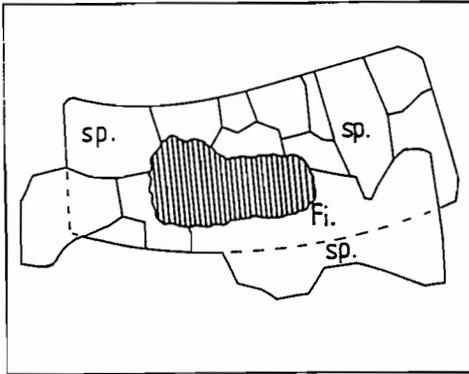
a/ **En milieu marin** : les transformations se traduisent, dans l'Holocène, par une recristallisation marquée par la limpidité des cristaux aragonitiques et l'existence de liserés d'impuretés ("dust-lines") dus à la redistribution incomplète de la matière organique. Cette recristallisation s'effectue à l'état solide sans dissolution ni perte de strontium et a pour conséquence une légère augmentation de la taille des cristaux aragonitiques et une redistribution de la matière organique. Nos observations sont donc conformes à celles de Repellin (1977), Montaggioni (1978) et Purser (1980).

b/ **En milieu d'eaux douces** : l'agressivité des eaux douces vadoses et phréatiques est responsable des remplacements minéralogiques observés dans les coraux pléistocènes de nos carottages. Les résultats présentés ici confirment les données acquises par de nombreux auteurs (Cullis, 1904, Schlanger, 1963, James, 1974, Gvirtzman et Friedman, 1975, Pingitore, 1976, Montaggioni, 1978, Marshall, 1983-b).

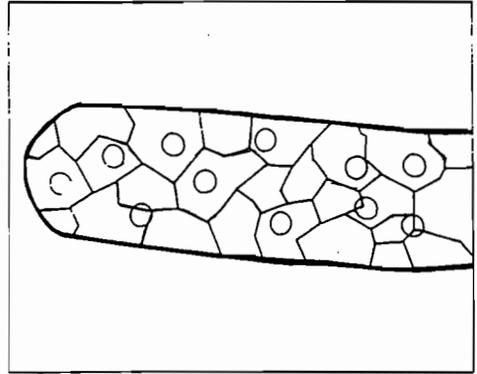
1/ **Dissolution des centres de calcification** : la dissolution partielle des parois fibreuses aragonitiques des coraux pléistocènes de Ricaudy, débute depuis le centre des trabécules, avec remplacement facultatif par de la calcite (planche 12, photo 6 ; planche 13, photo 1). La matière organique demeure bien conservée. Le ciment frangeant aragonitique originel qui est en continuité optique avec les fibres aragonitiques du squelette, n'a pas été dissous. La cimentation sparitique calcitique qui accompagne le remplacement recouvre le ciment aragonitique sans l'altérer. Cette étape est la première de la transformation de l'aragonite en calcite (Cullis, 1904, Marshall, 1983-b). La calcite peut ensuite précipiter en remplacement des vides créés. Il peut aussi y avoir lors de la dissolution de l'aragonite, précipitation concomitante de calcite. La précipitation correspond à la troisième étape définie par Cullis (1904).

2/ Puis dissolution totale de l'aragonite et précipitation de calcite en zone vadose où le remplacement de l'aragonite par la calcite est contrôlé par l'architecture originel du squelette :

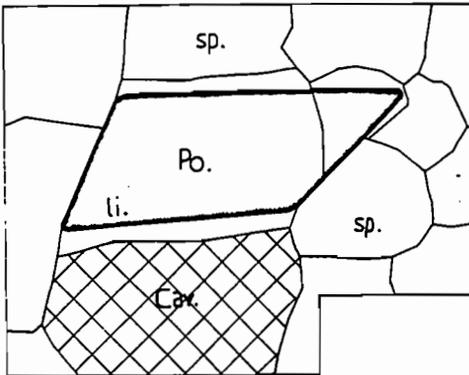
* sur la côte sud-ouest, au sommet du Pléistocène, les squelettes aragonitiques sont progressivement dissous à partir des centres de calcification jusqu'à obtention d'une cavité (les cimentations micritiques frangeantes sont conservées). Des cimentations partielles microsparitiques à sparitiques peuvent occlure ces vides (planche 13, photo 2).



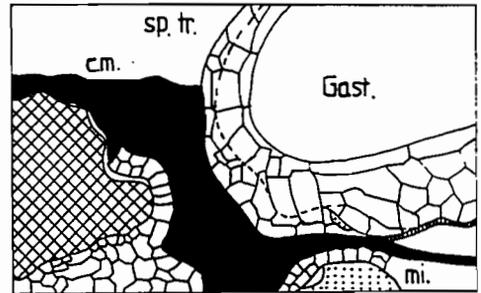
A : mollusques : on note un reste de structure fibreuse (Fi). Le bioclaste est remplacé par des cristaux sparitiques ne respectant pas la forme générale (sp.) (forage 10, lame 16, entre -1,0 et -2,0 m)



B : Halimeda : article remplacé par de la sparite. On note la présence d'une enveloppe micritique préservant la forme générale du bioclaste (forage 7, lame 12, entre -1,0 et -2,0 m)



C : sclérectiniaire : remplacement du test corallien par des cristaux de calcite faiblement Mg (sp.) ne respectant pas la structure. Le pore corallien (Po.) a été cimenté. Le liseré micritique (li.) est conservé. Des cavités (Cav.) sont observées (forage 5, lame 25, entre -7,0 et -8,0 m)



D : gastéropode : remplacement totale du test (Gast.) par des cristaux de calcite faiblement Mg (sp. tr.). On observe des ciments tardifs (cm.) de calcite Mg. La matrice initiale (mi.) a été conservée (forage 6, lame 81, entre -12,0 et -13,0 m)

Figure 51 : altération de quelques bioclastes

* dans les derniers niveaux du Pléistocène de Ricaudy (côte sud-ouest), il y a dissolution de l'aragonite avec dépôt concomittant de calcite amenant à la formation d'un front aragonite / calcite qui avance dans le squelette jusqu'au remplacement complet de l'aragonite. La dissolution peut être totale et seuls sont conservés les anciens pores coralliens préalablement cimentés par de la micrite.

3/ Dans la zone phréatique (récifs pléistocènes de la côte sud-est, figure 51-C), les cristaux de calcite des débris coralliens s'étendent de l'intérieur du squelette vers les cavités, ne respectant pas les limites originelles du scléactiniaire : c'est la texture "cross-cutting mosaïc" (Pingingore, 1976). Seule une différence de teinte de la calcite permet de reconstituer la structure altérée (la teinte brune des cristaux des parois est due à une redistribution de la matière organique contenue dans le squelette originel, et la teinte limpide correspond aux cavités intrabioclastiques). Des restes de fibres ou fantômes de fibres peuvent également être associés à la sparite colorée. On observe également des textures de remplacement en zone phréatique en "fabric selective mosaïc" qui sont dues au contrôle opéré par les cimentations micritiques des loges lors du remplacement.

4/ Remplacement des parois coralliennes en "fabric selective mosaïc" dans certains forages de la côte sud-est (unité inférieure) (planche 13, photo 2). Le squelette corallien possédait des pores initialement cimentés par de la micrite. Lors du remplacement, seules les parois coralliennes ont été affectées par le remplacement. Les cristaux observés sont larges, de formes quelconques et de teinte brune.

5/ Les coraux pléistocènes de la côte sud-est ont subi des dissolutions partielles tardives. A l'intérieur des débris coralliens, des cristaux plus petits et limpides remplacent les larges cristaux sparitiques de teinte brune qui ont été dissous tardivement par l'action des eaux douces vadoses.

IV-2-Les Corallinacées :

Les transformations varient suivant l'environnement diagénétique :

a/ **La destruction biologique** : de très nombreuses cavités à l'intérieur du tissu algaire sont dues à la bioérosion et cimentées postérieurement. Ce type d'altération s'observe dans de nombreux récifs holocènes des côtes est et nord ; il est particulièrement important dans l'Holocène des forages de la côte sud-est.

b/ **Les "lessivages"** : ce sont plutôt des lixiviations par les eaux douces, qui se traduisent par des pertes de magnésium (Purser, 1980). Les microanalyses X effectuées sur des échantillons du Pléistocène de Ricaudy ont montré l'absence du magnésium qui a été "lessivé" par l'action des eaux douces.

c/ **Les dissolutions partielles** : elles sont dues aux circulations d'eaux douces. Elles affectent le tissu cellulaire en divers points ou à sa périphérie (planche 13, photo 3). On les observe surtout dans le Pléistocène de Ricaudy ; elles sont beaucoup moins importantes dans celui de la côte sud-est.

d/ **La micritisation du tissu algaire** : on constate dans certains récifs (indépendamment de l'orientation des côtes ou de la profondeur) qu'il peut y avoir transformation progressive du tissu cellulaire en micrite indifférenciée avec perte de la microstructure initiale. Parfois seules des plages de tissu non altéré peuvent apparaître. Selon Montaggioni (1978), la matière organique des tissus cellulaires serait une source de nourriture pour les bactéries dont l'activité effondrerait les parois cellulaires amenant la création d'une masse micritique non structurée.

IV-3-Les autres catégories d'organismes : (planche 13, photos 4 à 8)

a/ La dissolution sélective :

Dans le Pléistocène de Ricaudy, les dissolutions sélectives des éléments bioclastiques sont contrôlées par :

- la minéralogie : les squelettes aragonitiques sont préférentiellement dissous alors que les bioclastes de calcite magnésienne perdent leur microstructure sans subir de transformations physiques apparentes ;
- le degré de résistance à la dissolution, les scléractiniaires et les articles d'*Halimeda* étant plus résistants à la dissolution que les gastéropodes ;
- la structure des squelettes d'organismes, une même catégorie d'organismes pouvant répondre de façon différente à la dissolution : exemple de débris coralliens dissous voisinant avec des débris coralliens non dissous.

Bien que de nombreux auteurs (Montaggioni, 1978, Aissaoui, 1986) aient établi que la dissolution sélective affecte préférentiellement les bioclastes aragonitiques (coraux et mollusques) plutôt que les bioclastes de calcite magnésienne (Corallinacées, foraminifères, ...), on observe dans le Pléistocène de Ricaudy et celui de la côte sud-est des dissolutions locales du tissu des Corallinacées (planche 13, photo 3). Des dissolutions localisées aux points de contact bioclastes / matrice sont également observées et rappellent les dissolutions localisées aux points de contact entre grains décrites par Buigues (1982) dans les forages de Mururoa. Une relation étroite existe entre l'état de préservation des tests et les teneurs en calcite fortement magnésienne (Montaggioni, 1978) : une concentration suffisante en magnésium dans les eaux interstitielles des roches carbonatées émergées pourrait inhiber temporairement les transformations des minéraux métastables. Cette relation pourrait expliquer les phénomènes de dissolution sélective trouvés dans les forages de Ricaudy : le magnésium "lessivé" des algues rouges inhiberait une partie des transformations. Il en est de même pour la perméabilité intraparticulaire qui contrôle la dissolution (Henrich et Wefer, 1986).

IV-4-L'oxydation de certaines catégories d'éléments squelettiques

Des phénomènes d'oxydation de certains organismes (algues rouges) et plus

rarement de la matrice, apparaissent dans les forages du récif Ricaudy à partir de -6,50 m pour le forage 1 ; -7,0 m pour le 34 ; -10,0 m pour le 35 ; -7 m pour le 37. On observe aussi la présence de grains oxydés au sein de la matrice, dans le tissu cellulaire des Rhodophycées et dans les cavités de certains organismes, en particulier les Miliolidés. Dans les forages de la côte sud-est et une partie de ceux de la côte est, les sédiments récifaux altérés montrent de nombreuses traces d'oxydation, très certainement en relation avec la proximité des massifs péridotitiques.

V-Les croûtes calcaires :

Elles se forment en zone continentale sur des carbonates émergés dont elles constituent le sommet de la zone vadose météorique et constituent de bons niveaux repères d'émersion. C'est pourquoi nous évoquerons, dans un premier temps, les critères permettant de les reconnaître.

V-1-Caractéristiques et critères de reconnaissance :

Les croûtes calcaires ont une épaisseur variable de quelques millimètres à plusieurs mètres. Plusieurs critères permettent de les identifier, mais seule leur association présente une valeur diagnostique absolue : (1) les laminations très fines, notamment autour des grains, dues à la précipitation de couches successives de micrite calcitique (Harrison, 1977) ; (2) la micritisation partielle ou totale des bioclastes qui donnent des pellets anguleux et des péloïdes micritiques (James, 1972, Coudray, 1976, Harrison et Steinen, 1978) ; (3) la texture alvéolaire due aux rhizoconcrétions produisant des réseaux de micrite (Esteban, 1976, Montaggioni, 1978, Marshall, 1983-b) ; (4) les inclusions d'imprégnations humiques (Marshall, 1983-b) ; (5) les rhizolites et les filaments (Kahle, 1977, Klappa, 1980) ; (6) les cavités orientées, allongées à rondes, interprétées comme des moules de racines (Harrison et Steinen, 1978) ; (7) la fissuration, surtout représentée dans les horizons épais (Coudray, 1976) ; (8) la cimentation.

V-2-Description des niveaux de croûtes calcaires observés :

Un horizon d'encroûtement constitué de laminations, et épais de quelques millimètres à quelques centimètres a été trouvé dans 2 des forages du récif frangeant de Ricaudy : dans le forage 34 vers -3,0 m et dans le forage 37 vers -4,0 m. Sa finesse et son irrégularité peuvent expliquer qu'il n'ait été identifié que dans les 2 forages de ce récif, les plus proches de la côte..

Ces croûtes calcaires sont constituées de très fines laminations micritiques de couleur gris-brun. Cet horizon micritique est constitué également de très nombreux péloïdes bruns qui correspondent à l'altération et la micritisation des bioclastes lors des processus diagénétiques subaériens. Dans ces niveaux d'encroûtement calcaire, de nombreux vides existent. Outre les péloïdes, de nombreux bioclastes sont en voie de micritisation. Des dissolutions préférentielles autour des bioclastes sont constatées ; James (1972) signale cette particularité dans les croûtes calcaires de la Barbade.

L'examen de la croûte calcaire laminée du forage 37, après coloration au jaune thiazol, permet d'observer la limite très nette entre le niveau croûtéfié et les sédiments marins sus-jacents. Corrélativement avec les faits observés,

les changements de coloration traduisent des différences minéralogiques :

- au-dessus des niveaux laminés, les bioclastes ne sont pas altérés. Le ciment est composé de calcite fortement magnésienne.

- la croûte calcaire est constituée de calcite faiblement magnésienne mais montre quelques éléments constitués de calcite fortement magnésienne qui sont des bioclastes en voie de micritisation par dépôts successifs d'un ciment micritique laminé : les bioclastes magnésiens (Corallinacées), fortement colorés en rouge dans leur partie centrale, sont donc fortement magnésiens. Cependant on observe de l'extérieur vers l'intérieur des grains, une cimentation micritique laminée qui se colore en jaune ce qui indique une calcite faiblement magnésienne. Le contact entre la cimentation et la portion du bioclaste non altéré est très découpé. La péloïdisation observée se traduit : par une perte progressive de la structure initiale (par exemple, perte de l'organisation cellulaire dans le cas des Corallinacées) et l'acquisition d'une nouvelle structure de type péloïdale ; par une perte de magnésium ; par une cimentation micritique laminée. On peut observer toutes les étapes de la transformation des bioclastes : bioclastes partiellement micritisés ; bioclastes laminés par des ciments micritiques ; péloïdes qui correspondent à des bioclastes entièrement micritisés. On constate donc des altérations à des degrés variés dans un même niveau comme l'avait remarqué Harrison (1977) à la Barbade.

V-3-Interprétation des niveaux de croûtes calcaires :

Ces horizons trouvés dans 2 des 4 forages vers -3,0 / -4,0 m situent à ces profondeurs un ancien niveau d'émergence. De -5,0 m à -8,0 m selon les forages, des phénomènes de dissolution et de cimentation météorique confirment en effet l'existence de ce niveau d'émergence. La séquence est la suivante :

- de - 3,0 / -6,0 m (selon les forages) : cimentation marine ;
- vers -3,0 / -4,0 m, encroûtements calcaires ;
- de -3,0 / -6,0 m à la base des forages : zone vadose météorique où dominent les dissolutions, suivie de la zone vadose météorique où dominent les cimentations. Les limites entre ces 2 zones sont graduelles et difficiles à établir. Leur épaisseur ainsi que celle des croûtes calcaires sont très variables selon les conditions climatiques locales, comme l'ont montré Longman (1980) et Pierson et Shinn (1985).

VI-La porosité :

La porosité résulte de divers processus :

- (1) bioconstruction (vides liés au non-remplissage des cavités intra-squelettiques) ;
- (2) bioérosion ;
- (3) cimentation différentielle (porosité intergranulaire parfois importante, en relation avec le degré de lithification) ;
- (4) dissolution.

VI-1-La porosité primaire (figure 52) :

Elle correspond aux cavités élaborées au cours de la bioconstruction ou de la sédimentation.

a/ Mégaporosité et macroporosité (à l'échelle des édifices) : la mégaporosité dans l'Holocène récifal des côtes sud-ouest (Ricaudy) et est (régions de Thio et Pouébo), notamment dans les forages les plus externes, est la conséquence de processus de la croissance et de sédimentation différentielle. L'accumulation de débris de coraux branchus constitue dans l'Holocène de nombreux récifs, notamment ceux des côtes est et nord, une importante porosité primaire interbioclastique (planche 9, photo 6), facilitée par l'absence de cimentation. Il en est de même dans ceux de la côte sud-ouest. Dans les récifs holocènes de la côte sud-est, de nombreuses cavités correspondent à une porosité interbioclastique en raison des conditions hydrodynamiques.

b/ Microporosité (à l'échelle des éléments squelettiques) : les cavités intra-squelettiques comme les pores des scléactiniaires (planche 4, figure 1 ; planche 7, photo 1), les loges d'organismes (planche 3, photo 3 ; planche 8, photo 2 ; planche 12, photo 5 ; figure 52), constituent la majeure partie des vides primaires. Ils sont partiellement cimentés, notamment dans les premiers mètres des forages (la cimentation marine est la plus développée à la base des forages). Dans les unités récifales pléistocènes, les cavités sont presque entièrement colmatées par des ciments d'eaux douces.

VI-2-La porosité secondaire (figure 52) :

Elle correspond aux pores élaborés par les agents diagénétiques (bioérosion et dissolution).

a/ La porosité d'origine bioérosive : (planche 14 ; figure 52) : les organismes responsables de la bioérosion sont nombreux mais peuvent être répartis en 3 catégories en accord avec Boekshoten (1966) et Hutchings (1986) : (1) brouteurs ; (2) corrodeurs ; (3) perforants. Deux processus de destruction biologique parfois complémentaires sont à considérer : la dissolution chimique du substrat et l'abrasion mécanique du substrat.

1/ Les brouteurs : dans les constructions algaires des récifs holocènes des côtes sud-est et est, le tissu des Corallinacées est interrompu par de larges plages de ciment micritique péloïdal qui a colmaté de très nombreuses cavités, probablement dues au broutage par les poissons, échinides et gastéropodes ou à l'action de perforants. Selon Bosence (1985), ces milieux signent des environnements de haute énergie, les milieux de plus faible énergie ayant un substrat moins favorable à la bioérosion.

2/ Les corrodeurs : ils participent à la formation de l'enveloppe micritique autour des bioclastes dans les récifs frangeants holocènes et pléistocènes néocalédoniens : ce sont des bactéries, des champignons ou des algues.

3/ Les perforants (cf. planche 14) :

- les éponges : dans les récifs holocènes de la côte est et ceux de la côte sud-est, de nombreux débris de scléactiniaires et des fragments de mollusques sont découpés par de petites excavations, identiques à celles laissées par les clones (cf. descriptions de Fütterer, 1974) (planche 14, photos 4, 7 et 8).

- les lamellibranches : les bioconstructions coralliennes holocènes de toutes les côtes étudiées (et parfois quelques coraux du Pléistocène de la côte sud-est) sont creusées, parfois intensément (comme sur la côte est) de cavités

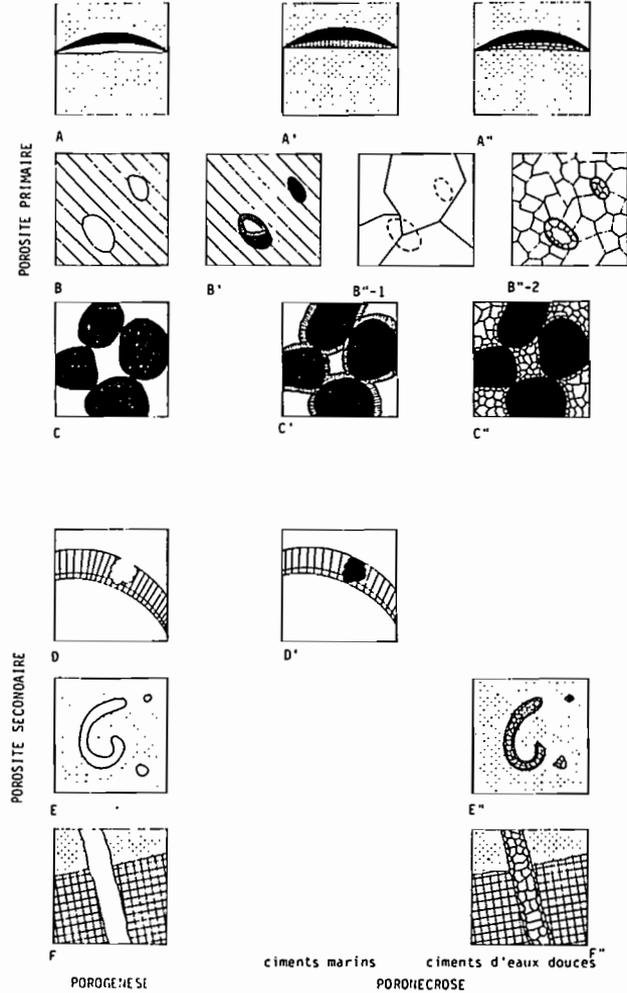
Figure 52 : la porosité dans les récifs frangeants :

Porosité primaire :

- porogenèse : A : cavité sous-abrî
 B : cavité intrasquelettique (loge corallienne)
 C : cavité intersquelettique
- poronécrose :
 - (1) diagenèse marine
 A' : cimentation aragonitique épitaxiale
 B' : cimentation de calcite Mg micritique et fibreuse
 C' : cimentation de calcite Mg fibreuse
 - (2) diagenèse d'eaux douces
 A'' : cimentation sparitique
 B''-1 et B''-2 : remplacement de test corallien
 C'' : cimentation sparitique

Porosité secondaire :

- porogenèse : D : cavité dans un test de gastéropode due à la bioérosion par des clones
 E : dissolution sélective d'un bioclaste aragonitique (gastéropode)
 F : dissolution en chenaux à travers la matrice et le tissu d'algues rouges
- poronécrose :
 - (1) diagenèse marine
 D' : cimentation micritique de calcite Mg
 - (2) diagenèse d'eaux douces
 E'' : cimentation sparitique
 F'' : cimentation sparitique



dues à des lithophages.

- les sipunculien et les polychètes : certaines cavités dans les récifs holocènes ont été attribuées à ces organismes.

L'activité des bioérodeurs varie entre les récifs holocènes des côtes est et ouest : sur la côte est, les milieux sont généralement de haute énergie et la bioérosion est plus intense que sur la côte ouest où les milieux sont d'énergie plus modérée.

b/ La porosité de dissolution : (planche 13, photo 3, 6 et 8) : dans le Pléistocène récifal, la diagenèse météorique crée une porosité secondaire importante par dissolution, ultérieurement occlue en partie par des cimentations d'eaux douces voire marines.

1/ La porosité moldique : (planche 13, photo 5 ; figure 52) : la dissolution totale de bioclastes a été observée. Cependant la conservation des enveloppes micritiques a permis une reconnaissance de l'organisme correspondant. Lorsque cette enveloppe n'existe pas, la reconnaissance de l'organisme dissous plus difficile n'est parfois réalisable que par l'étude de la géométrie de la cavité (Matthews, 1967). La porosité moldique a été observée en diverses localités :

- * dans l'unité récifale pléistocène de la côte sud-ouest (récif Ricaudy), la dissolution affecte d'abord les tests de mollusques (gastéropodes) et les squelettes de scléactiniaires, puis graduellement la totalité des bioclastes. Elle se traduit par la formation de cavités dans la matrice, qui représentent généralement des fantômes d'organismes, partiellement ou totalement cimentés par de la microsparite ou de la sparite calcitique. Ces phénomènes attribuables à une dissolution vadose météorique (Harrison, 1975, Coudray, 1976, Longman, 1980, Harrison *et al.*, 1984) sont observables le long de divers forages : à partir de -10,0 m pour le forage 1 ; de -9,0 m pour le forage 34 ; -10,0 m pour le forage 37 (dissolution prouvée) et à partir de -7,0 m pour le forage 1 ; -7,0 m pour le forage 34 ; -10,0 m pour le forage 35 ; -8,0 m pour le forage 37 (dissolution supposée).

- * dans le Pléistocène récifal de la côte sud-est, la porosité moldique est très faible car la totalité des vides a été cimentée par les actions météoriques.

2/ La porosité de dissolution des matrices et des ciments : elle se développe selon des chenaux orientés et interconnectés. Elle est présente dans tous les faciès récifaux du Pléistocène et particulièrement visible dans les forages du récif Ricaudy où les vides sont partiellement cimentés. On peut parfois observer des dissolutions préférentielles de la matrice autour des bioclastes.

VI-3-Variations dans la répartition de la porosité :

a/ Variation en fonction de la localisation des récifs :

1/ Sur la côte sud-ouest : la porosité est très élevée dans l'unité récifale holocène en raison de l'abondance d'éléments grossiers et de la faiblesse de la cimentation marine ; dans l'unité récifale pléistocène, elle décroît en fonction de la profondeur bien que la dissolution ait créé de très

nombreux vides et que les cimentations soient faibles. Les causes de cette décroissance sont à rechercher dans les cimentations d'eaux douces qui occluent les cavités primaires et secondaires (moldiques), l'absence de débris grossiers et la présence de fractions boueuses.

2/ Sur la côte sud-est : la porosité est élevée dans les faciès récifaux holocènes constitués de constructions coralliennes et algaires. Elle est plus faible dans le Pléistocène où cette diminution est liée au degré de lithification des biocalcarénites qui ont subi plusieurs phases de cimentation et à la réduction de la porosité intrabioclastique. Cependant, en relation avec la présence de débris de constructeurs organiques possédant une forte porosité intrabioclastique, elle peut parfois être plus importante (forage 5). Dans le forage 8, la porosité augmente vers la base ; dans le forage 11, entre -11,0 et -13,50 m, elle augmente alors que paradoxalement ce niveau est riche en coraux. Il en est de même dans le forage 12.

b/ Variation en fonction de l'intensité de la bioérosion : le maximum de cimentation marine est observé dans les constructions holocènes à algues rouges et à scléractiniaires (en milieu agité). De nombreuses cavités, résultant de l'action des bioérodeurs sont emplies de ciments variés. On observe également, dans les forages du récif Ricaudy, des bioclastes partiellement micritisés, à partir de leurs bords extérieurs ou parfois de microperforations (planche 14, photos 8 et 9) Paradoxalement, la bioérosion peut donc conduire à une meilleure cimentation et participe indirectement à la lithification des carbonates récifaux. Ces observations sont accord avec celles de Montaggioni (1978), Scoffin *et al.* (1980), Ginsburg (1983), Bosence (1985) et Hutchings (1986).

c/ Variations verticales de la porosité :

- en raison de la diagenèse différentielle, la porosité décroît globalement de haut en bas dans les forages (sauf dans les forages 8 et 10) :

1/ vers le sommet, la porosité élevée est liée aux cavités intrabioclastiques des organismes coralliens et à l'action des bioérodeurs dans les faciès récifaux récents. Les phénomènes de dissolution sont plus importants dans les faciès d'âge pléistocène ;

2/ à la base des forages, la porosité est limitée par d'importantes cimentations dues à l'action des eaux douces ;

- en raison des faciès et de l'abondance de certains organismes : paradoxalement dans certains faciès très altérés par les eaux douces, la présence de débris coralliens n'est pas synonyme de porosité très élevée.

VII-Discussion-conclusion :

VII-1-Les environnements diagénétiques (figure 53) :

L'évolution des récifs frangeants néocalédoniens actuels et pléistocènes (émergés ou immergés), déduite de l'étude pétrographique des carottages peut s'établir en grandes étapes conformes aux schémas établis par Land (*in* Bathurst, 1971), Montaggioni (1978), Longman (1980), Purser (1980), Marshall (1983-b) et Aissaoui (1986) :

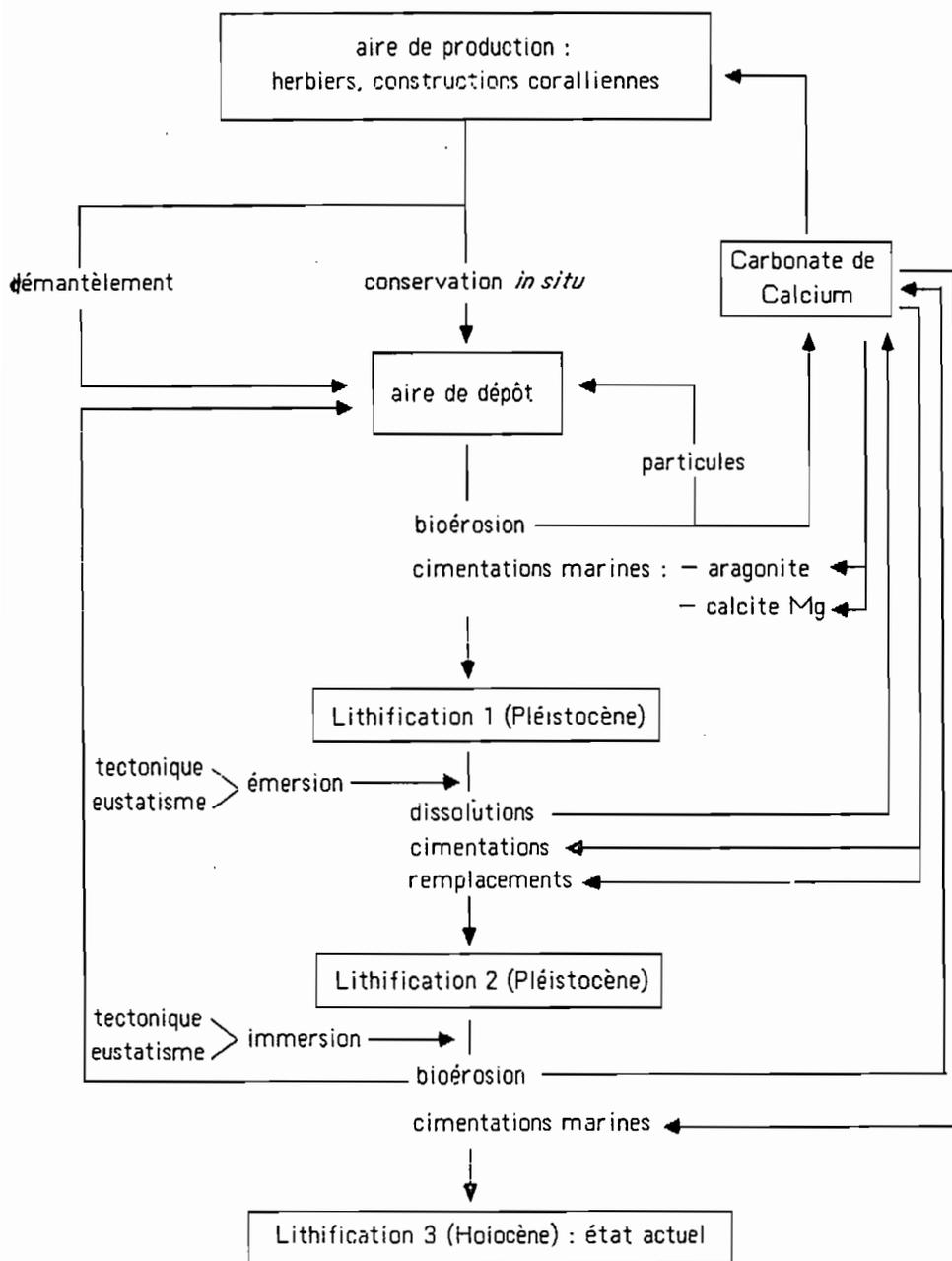


Figure 53 : les étapes de la lithification des sédiments récifaux des formations récifales de Nouvelle-Calédonie

a/ **Dépôt (holocène)** : le matériel est souvent formé de constructions coralliennes et/ou algues rouges, de débris, de passées sableuses. Les encroûtements organiques (foraminifères et algues) constituent la phase de liaison prédominante par rapport aux précipitations de ciments.

b/ **Diagenèse marine (holocène)** : elle se traduit par :

1/ une consolidation par croissance de cristaux de calcite fortement magnésienne et d'aragonite à l'intérieur des vides primaires et / ou secondaires et entre les particules ;

2/ une bioérosion active par de nombreux organismes créant une porosité secondaire constituant de nouvelles niches écologiques et qui sont le siège de cimentations parfois intenses ;

3/ la manifestation simultanée des 2 processus précédents ;

4/ le remplissage des cavités primaires et des perforations par des sédiments internes.

La distribution et l'intensité de cette cimentation marine varient avec l'environnement et la nature des faciès (Montaggioni, 1977, Aissaoui et Purser, 1985, 1986) :

- Influence de l'environnement : les ciments marins sont les plus variés et les plus abondants dans les récifs frangeants de la côte sud-est exposée aux alizés d'est-sud-est et à la houle du grand large (déferlement important et agitation constante) et dans les faciès bioconstruits, souvent très bioérodés, des zones les plus externes (exposés au déferlement). Nos résultats confirment donc le fait que les calcaires récifaux sont particulièrement bien cimentés dans les zones les plus exposées (Pingitore, 1976, James et Ginsburg, 1979, Land et Moore, 1980, Davies et Marshall, 1981, Marshall, 1983-a, 1985, 1986, Aissaoui et Purser, 1986) .

- Influence des faciès : des ciments en position interparticulaire ont été fréquemment observés dans les sédiments récifaux grossiers (de textures packstone à grainstone). James *et al.* (1976), Macintyre (1977), Marshall (1983-b), Aissaoui et Purser (1985, 1986) ont en effet établi que le degré de cimentation est fonction de la texture du sédiment

c/ **La diagenèse en milieu sub-aérien (Pléistocène)** :

1/ Dans le Pléistocène de la côte sud-ouest, on note la perte progressive de magnésium et la dissolution sélective des bioclastes avec augmentation de la dissolution des bioclastes aragonitiques en fonction de la profondeur. Il en résulte une porosité moldique secondaire importante. Les cimentations ultérieures affectant ces vides peuvent conserver la forme du débris dissous sans conservation de la structure initiale ("cross cutting mosaïc") ou avec conservation de cette structure ("fabric selective mosaïc") (Pingitore, 1976). Après la zone de dissolution active, on passe progressivement à une zone où dominent les cimentations d'eaux douces parfois sélectives. A la base des forages, la cimentation et la rubéfaction sont plus intenses avec la coexistence de minéraux stables et de minéraux instables.

2/ Dans le Pléistocène de la côte sud-est, on note le développement d'une très nette discontinuité. Les conditions climatiques locales (pluviosité plus forte, karstification intense, existence de lentilles d'eaux douces), ou la plus grande durée des périodes d'émersion sont responsables de l'intensité de la diagenèse. Cette discontinuité est matérialisée par des dissolutions massives d'organismes, des transformations minéralogiques des bioclastes, le développement d'un volume important de

ciments, une porosité réduite et une rubéfaction accrue. Par ailleurs, l'alternance de ciments marins et de ciments d'eaux douces témoigne du jeu de périodes d'immersion et d'émerision.

VII-2-Signification de la succession des phases de cimentation:

Les successions de ciments (marins et /ou d'eaux douces) traduisent l'évolution des paléoenvironnements et la chronologie des événements diagenétiques. Leur étude met en relief les points suivants :

- Le rôle du substrat est prépondérant, bien qu'il ne soit pas toujours exclusif, dans les cimentations épitaxiales. Les ciments marins peuvent précipiter sur un substrat de calcite fortement magnésienne et aragonitique ou un substrat de calcite faiblement magnésienne.

- Les formes cristallines varient en fonction de la morphologie des réseaux poreux et des conditions de circulations des fluides générateurs (Marshall, 1983-a, Given et Wilkinson, 1985, Aissaoui, 1986). Ainsi la succession de ciments marins de même minéralogie, mais de formes différentes, résulterait de variations dans les vitesses de croissance cristalline suite à des changements hydrodynamiques ou eustatiques locaux. La texture fibreuse des ciments marins calcitiques est imputable à l'existence de fortes concentrations en magnésium, inhibant la croissance des faces latérales, alors que le développement de la texture micritique indique des vitesses de cristallisation très élevées (Montaggioni, 1978, Aissaoui, 1986).

- La prédominance des ciments de calcite fortement magnésienne sur les ciments aragonitiques dans les cavités des récifs holocènes serait due à des faibles concentrations en ions CO_3 (Given et Wilkinson, 1985). Certaines successions seraient liées à la dimension de la cavité qui conditionne la nature du ciment précipité (Given et Wilkinson, 1985). Lorsque la cavité est large, l'aragonite précipite ; lorsqu'elle est partiellement emplie, la calcite fortement magnésienne prend le relais du fait de la baisse de la concentration en ions CO_3 . Il faut également indiquer que la précipitation de certains ciments marins sont induits par l'activité métabolique de certains organismes (Montaggioni, 1978, Given et Wilkinson, 1985) ou l'activité d'organismes perforants (cf. chapitre précédent) ou bactériens (Gvirtzman et Friedman, 1977, Montaggioni, 1978, Krumbein, 1979, Given et Wilkinson, 1985).

- La répartition séquentielle des ciments met en évidence l'existence de phases de type émerision / immersion, dues : à des variations dans le temps des conditions hydrodynamiques en liaison avec des paramètres physico-chimiques et biochimiques, mais aussi très certainement eustatiques, climatiques et tectoniques ; à des variations dans l'espace des conditions hydrodynamiques.

VII-3-Implications climatiques :

La coexistence de ciments marins (aragonite et calcite fortement magnésienne), de ciments d'eaux douces (calcite faiblement magnésienne) et de bioclastes non altérés a été constatée sous la discontinuité Holocène-Pléistocène. Vers -17,0 m par exemple, dans le forage 1 du récif Ricaudy, on constate des ciments aragonitiques voisinant avec des ciments de calcite faiblement magnésienne. Les phénomènes attribuables à la diagenèse vadose météorique n'occulent donc pas systématiquement la diagenèse marine. De nombreux bioclastes non altérés voisinent avec des bioclastes

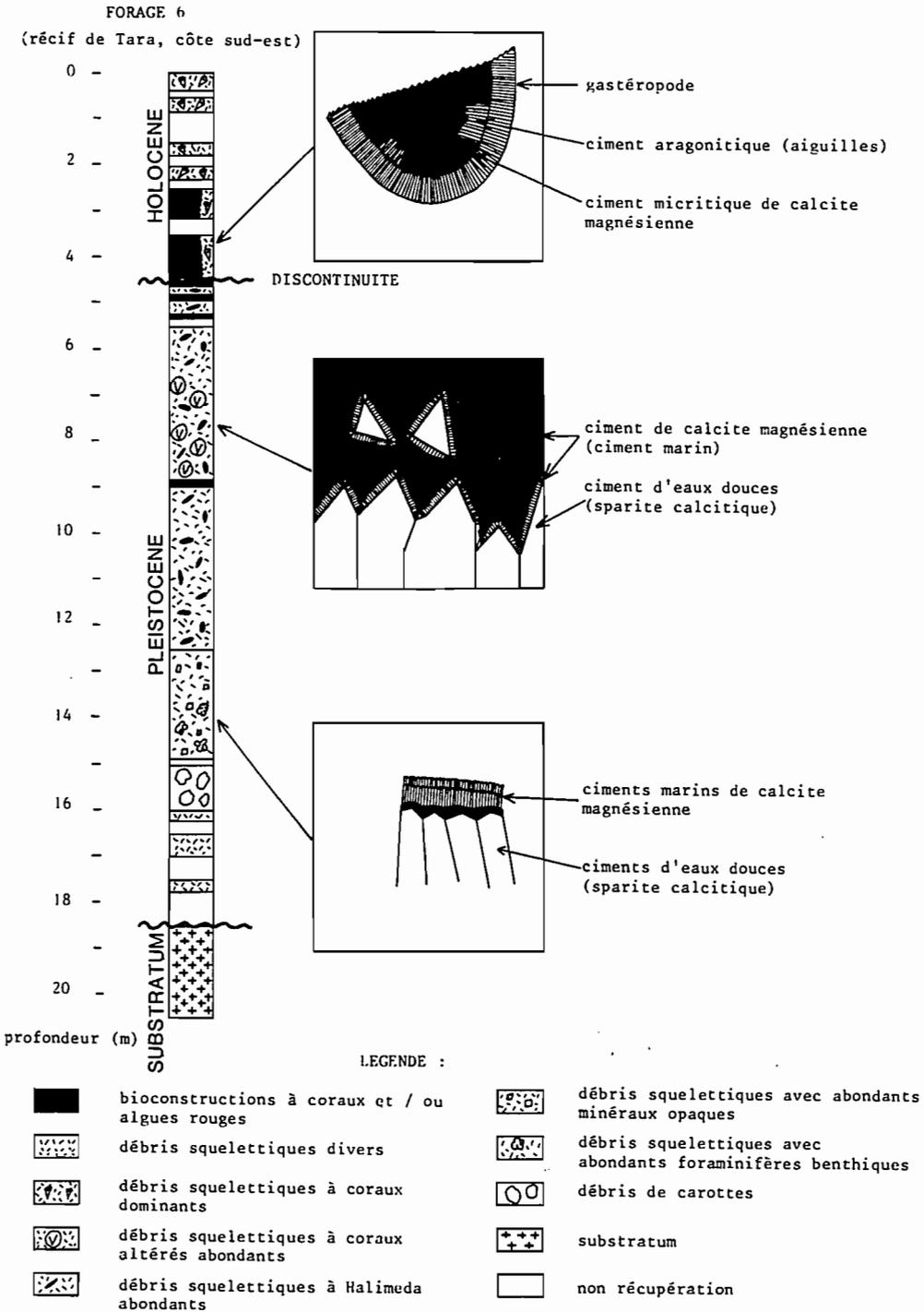


Figure 54 : succession des ciments dans le forage 6 (récif de Tara, côte sud-est)

partiellement à totalement dissous. De nombreux auteurs ont fait état dans des régions diverses de la persistance de minéraux instables dans des formations récifales ayant été émergées et montrant des phénomènes de diagenèse météorique. Ainsi, à la Barbade, Harrison (1975) signale une stabilisation minérale inachevée dans des sédiments de 300000 ans BP. Il démontre également l'existence d'une relation entre la porosité et la stabilisation minérale : lorsque cette dernière est complète, la porosité est fortement réduite, ce qui n'est pas le cas dans les faciès des forages du récif frangeant de Ricaudy. Tebbutt (1975 *in* : Hopley, 1982) décrit des calcaires récifaux de 125000 ans BP à Belize où l'aragonite et même la calcite fortement magnésienne persistent. Pierson et Shinn (1985) dans un atoll des Bahamas, constatent le manque de stabilisation minérale des calcaires pléistocènes et l'attribuent au climat aride qui devait régner lors de la période d'exposition. Enfin, en Nouvelle-Calédonie, Coudray (1976) montre que le sommet du Pléistocène de 125000 ans BP est minéralogiquement composé de minéraux instables (aragonite et calcite fortement magnésienne) et stables (calcite faiblement magnésienne), ces derniers tendant à disparaître en profondeur sauf entre -127,0 et -226,0 m. Cette coexistence de minéraux instables et stables dans les forages du récif Ricaudy à partir de -3,0 / -6,0 m, au vu des faits décrits précédemment, montre que le climat régnant lors de l'émersion était probablement de tendance aride sur la côte ouest.

VARIATIONS RELATIVES DU NIVEAU MARIN

I-Introduction :

Malgré les travaux de Piroutet (1917), Baltzer (1970, 1982), Launay et Récy (1970, 1972), Coudray et Delibrias (1972), Dubois, Launay et Récy (1973-a et 1973-b) et Coudray (1976), les variations relatives du niveau marin sont moins bien connues en Nouvelle-Calédonie que dans d'autres régions du Pacifique. Un inventaire des critères utilisés pour marquer le niveau marin sur la Grande Terre sera réalisé, permettant ainsi de compléter ceux déjà étudiés dans cette région.

De même, à part les résultats de Coudray (1976) obtenus sur le récif barrière de la côte ouest, et ceux de Fontes *et al.* (1977) sur les récifs frangeants de Poya (côte ouest) et de Touho (côte est), nos connaissances sur l'établissement et la croissance des récifs sont encore très fragmentaires en Nouvelle-Calédonie par rapport à celles acquises dans ce domaine dans de nombreuses aires récifales (Australie, Polynésie, ...). Un des buts de cette étude sera donc de préciser les modalités d'installation et de croissance de quelques récifs frangeants en fonction des variations relatives du niveau marin à l'Holocène en recherchant les facteurs responsables des différences locales et régionales.

Enfin, dans un dernier chapitre, la question du haut niveau marin holocène sera discutée à la lumière des observations et résultats précédemment acquis.

II-Les marqueurs du niveau marin sur la Grande Terre de Nouvelle-Calédonie (tableau 21) :

On distingue deux groupes d'indicateurs du niveau marin qui prennent en compte un certain nombre de critères morphologiques, biologiques et diagénétiques (Pirazzoli, 1976, Montaggioni et Pirazzoli, 1984, Davies et Montaggioni, 1985, Coudray et Montaggioni, 1986) : le premier groupe concerne des marqueurs observables en surface à l'affleurement. Dans le second groupe, nous placerons les indicateurs de subsurface relevés en forages (discontinuités et successions des unités récifales).

II-1-Critères de surface :

a/ Les critères morphologiques :

- Terrasses et encoches d'érosion (planche 1, photos 2, 3 et 6 ; planche 2, photos 2 et 6) :

* Les terrasses récifales : le long de la côte sud-est, sur 25 à 30 km entre Ounia au nord et Goro au sud s'étend un récif frangeant à une altitude maximum de 10,0 m dans la région de Yaté-Tara (planche 1, photo 2). Au-delà, vers le nord comme vers le sud, la terrasse se rétrécit latéralement, décroît en altitude et s'interrompt brusquement. Des cassures affectent également ces formations, parallèlement ou perpendiculairement au littoral.

Piroutet (1917) signale des lambeaux de platier sur la côte ouest, de même

Tableau 21 : reconnaissance des paléoniveaux marins et des discontinuités sur la Grande Terre de Nouvelle-Calédonie

	A L'AFFLEUREMENT	EN FORAGES
CRITERES		
ORGANIQUES	<ul style="list-style-type: none"> - tourbes - "niveaux" à huîtres - récifs coralliens - crête algale - organismes isolés : (coraux, mollusques, ...) 	<ul style="list-style-type: none"> - changements paléoécologiques : associations faunistiques et floristiques différentes
NON ORGANIQUES	<ul style="list-style-type: none"> a/ <u>érosion</u> - encoche - plate-forme b/ <u>altérations</u> - croûtéfaction - dissolution - karstification c/ <u>lignes de rivage</u> - plages - "beach rock" 	<ul style="list-style-type: none"> - croûtéfaction calcaire - surface de karstification : <ul style="list-style-type: none"> * dissolutions * remplacements * cimentations * rubéfaction

que Launay et Récy (1972). Sur l'îlot Vert (côte ouest), situé sur le récif barrière frangeant à la côte, un platier corallien a été trouvé en position émergée vers +2,0 m, surmonté d'un "beach rock".

• **Les encoches d'érosion** : elles sont observables en de nombreux points de la Grande Terre et des îles adjacentes : sur la côte sud-est, sur la côte est à Hienghène dans des formations carbonatées non récifales (Launay et Récy, 1972) ; à l'île des Pins et dans les îles Loyauté qui sont des formations récifales émergées ; sur la côte ouest, à Bourail, dans les flyschs éocènes (Launay et Récy, 1972, Cabioch, obs. pers.).

Elles sont particulièrement visibles sur la côte sud-est de la Grande Terre, de Goro à Ounia dans des formations carbonatées qui sont d'anciens récifs frangeants (planche 1, photos 3 et 4). Les actions hydrodynamiques, chimiques et biologiques ne permettent pas toujours de faire des constatations précises sur la hauteur et le niveau de l'encoche, la roche carbonatée étant très découpée. Cependant, des zones plus ou moins abritées de ce littoral, permettent leur observation précise : 2 encoches superposées sont alors visibles, comme à Tara :

l'encoche, située à +1,5 / +2,0 m au-dessus des BMVE peut mesurer de +2,0 à +2,5 m de hauteur. Sa hauteur varie en fonction de l'exposition à la houle : le creusement est d'autant moins important que l'énergie hydrodynamique locale est faible, et sa hauteur diminue avec l'élargissement du platier récifal adjacent.

La seconde qui se situe vers +1,0 m (au-dessous de la précédente) résulterait d'un creusement très récent et marquerait le niveau des hautes mers actuelles. Elle pourrait aussi, selon les modèles de Pirazzoli (1976, 1986), marquer les basses mers d'un haut niveau, l'encoche supérieure indiquant les hautes mers. Ces observations sur le nombre et l'altitude des encoches permettent de constater que le littoral sud-est est découpé d'une double encoche que les actions hydrodynamiques, biologiques et chimiques ont tendance à estomper en une encoche unique.

Sur la côte est, à Hienghène, 2 encoches superposées découpent les calcaires éocènes (Launay et Récy, 1972). La première est située entre +1,0 et +2,0 m ; la seconde, entre +4,0 et +6,0 m, est encroûtée par des coraux datés de 100000 +/- 5000 ans BP (Bernat *et al.*, 1976). Launay et Récy (1972) signalent également 2 encoches vers +9,0 et +13,0 m.

A l'îlot Vert (côte ouest), le platier émergé est découpé à sa base par une encoche actuelle dans laquelle des chitons se sont établis (planche 2, photo 3).

- **Figures dues à la karstification** : les récifs coralliens émergés de la côte sud-est ont été intensément karstifiés : on trouve des grottes, lapiès, arches, vasques (planche 1, photo 4), ainsi que des stalactites et stalagmites.

- **Formes d'accumulation et de colmatage** : elles ont été observées dans les formations récifales émergées de la côte sud-est de la Grande Terre. Les cavités dues à la karstification sont partiellement comblées par des remplissages.

- **Les plates-formes d'abrasion** : l'action hydrodynamique a modelé sur la côte sud-est et à l'îlot Vert, les anciennes formations récifales (récif frangeant sur la côte sud-est et récif "barrière" frangeant sur la côte ouest, à

l'îlot Vert) en une plate-forme d'abrasion (planche 2, photo 2). Cette plate-forme montre une surface plane en pente douce vers la mer ; tous les organismes (dont beaucoup sont en position de vie) sont abrasés et on note, à la surface, la présence de cavités dues aux actions hydrodynamiques, chimiques ou biologiques (érodeurs et foreurs).

- **Les plages de sables surélevées sur les côtes nord et sud de la Grande Terre** : l'existence de plages à +1,5 / +2,0 m a été signalée dans le nord de la Grande Terre (Routhier, 1953) et sur la côte ouest (Piroutet, 1917). Elles sont constituées de calcaires bioclastiques sur lesquels le couvert végétal s'est établi. Dans le nord, la position de certaines de ces plages dans des baies abritées, peu agitées et non exposées aux vents dominants exclut l'hypothèse d'une accumulation éolienne et celle de l'action hydrodynamique de la houle dont les vagues auraient pu projeter les débris plus haut que le niveau actuel.

- **"Beach rocks" ou dalles de sable de plage induré** : des dalles de sable induré sont parfois présentes sur les îlots coralliens des côtes sud-ouest et ouest de la Grande Terre (planche 2, photos 5 et 6). Elles constituent le témoin de plages fossiles d'anciens niveaux marins.

b/ Les critères biologiques :

Morton et Challis (1969) ont établi une zonation récifale dans la province pacifique car les organismes marins répondent à des conditions de milieu régies par la température, la profondeur et la clarté des eaux. Certains vivent dans une tranche d'eau faible, indiquant la proximité du niveau des Basses Mers de Vives Eaux (BMVE). D'autres vivent à la limite de l'émersion et donnent ainsi le niveau 0 des BMVE, comme par exemple, sur la côte sud-est, les petits Vermets (gastéropodes) associés à des Corallinacées. Sur la Grande Terre de Nouvelle-Calédonie, on observe :

- Des récifs frangeants émergés sur la côte sud-est constituant ou non des terrasses récifales (planche 1, photos 2 et 6), ou lambeaux de platiers émergés de la côte ouest (près de Bourail) de la Grande Terre (planche 2, photo 1).

- Des microatolls de *Porites* ou autres constructions coralliennes qui illustrent les oscillations du niveau des mers relatives à une variation eustatique (Bloom *et al.*, 1974, Chappell *et al.*, 1983, Nakiboglu *et al.*, 1983, Nakada, 1986) ou à un mouvement tectonique (Pirazzoli et Montaggioni, 1986). En Nouvelle-Calédonie, de telles constructions sont observables à l'émersion ou proches de l'émersion sur les côtes sud-est et ouest et observées abrasées sur la côte sud-ouest.

A Ounia (côte sud-est) vers +1,0 m à +1,5 m au-dessus des BMVE, des constructions coralliennes massives sont présentes dans une mangrove en cours d'envasement (planche 2, photo 1). Sur l'îlot Vert (côte ouest, sur le récif barrière qui est frangeant à cet endroit), un platier à coraux branchus et grandes colonies massives a été reconnu à environ +2,0 m au-dessus des BMVE (planche 2, photo 4). Il en est de même sur le platier du récif Ricaudy où on observe des microatolls de *Porites* nécrosés au-dessus du niveau des BMVE.

- Des individus isolés (cf. Coudray et Delibrias, 1972 et Launay et Récy,

1972) comme par exemple des huitres, des coraux, ...

- Des mangroves fossiles (Baltzer, 1970, 1982).

c/ Critères archéologiques :

Par exemple les fouilles de l'île des Pins où un sol daté est surmonté de dépôts relatifs à un haut niveau marin (Frimigacci, 1970, Launay et Récy, 1970).

II-2-Critères de subsurface :

a/ Les niveaux d'émersion :

Ils peuvent être marqués par :

1/ des croûtes calcaires qui coiffent la formation carbonatée amenée à l'émersion (récifs de la côte sud-ouest) ;

2/ une surface de karstification caractérisée par des phénomènes de dissolution créant une porosité secondaire occlue ou non par des ciments d'eaux douces (récifs des côtes sud-ouest, sud-est et ouest) ;

3/ la rubéfaction des carbonates ayant été amenés à l'émersion (récifs des côtes sud-ouest et sud-est);

4/ des colmatages de vides (récifs de la côte sud-est).

b/ La discrimination des unités lithologiques :

La composition des associations faunistiques et floristiques diffère en fonction des conditions climatiques et océanographiques locales. On observe ainsi des variations antinomiques dans les pourcentages de certains bioclastes (*Halimeda* sp. / scléactiniaires par exemple) entre des unités récifales d'âge différent. De même, les assemblages diffèrent (bioconstructions ou accumulations biodétritiques), ainsi que les types de figures diagénétiques.

c/ L'identification de niveaux repères :

La présence d'espèces ou d'associations caractéristiques (exemple des algues rouges encroûtantes de la crête algale) indique des phases de stationnements du niveau de la mer.

d/ Les critères diagénétiques : (planche 11, photos 5 à 8 ; planche 12):

La succession des phases diagénétiques permet également de mettre en évidence les variations relatives du niveau marin (Müller et Tietz, 1975, Strasser et Davaud, 1985, Coudray et Montaggioni, 1986, Pirazzoli et Montaggioni, 1986). Des alternances émersion-immersion et des émerasions temporaires peuvent être décelées. L'existence de croûtes calcaires, comme nous l'avons déjà vu, constitue également un bon niveau repère d'émersion (exemple de l'îlot Vert où un fin niveau laminé recouvre le platier émergé).

III-Les variations relatives du niveau marin sur la Grande Terre:

III-1-L'édification récifale et les variations relatives du niveau marin :

III-1-1-Etude régionale :

a/ Côte sud-ouest (récif frangeant Ricaudy) : 14 datations (Lecolle et Cabioch, en préparation) ont confirmé les âges attribués aux unités récifales et ont montré la position de la limite Holocène-Pléistocène : dans le forage 1 entre -5,0 et -6,0 m ; dans le forage 35 entre -3,0 et -13,0 m ; dans le forage 36 entre -4,0 et -7,50 m ; dans le forage 34 seul un échantillon a pu être daté confirmant l'âge holocène de l'unité récifale supérieure. L'âge du début de la transgression holocène qui n'a pu être datée avec précision se situerait vers 6550 +/- 80 ans BP dans ce récif (tableau 2, figure 29).

Le taux de croissance récifale a pu être calculé pour l'Holocène dans le forage 1, il est de 5,1 mm/an entre -5,0 et -3,40 m et de 4,1 mm/an entre -3,40 et -0,40 m. Le taux de croissance corallienne (dans les forages 15 et 36) varie entre 11,9 et 15,4 mm/an. Ces taux sont donnés à titre indicatif, car de nombreux paramètres écologiques déterminent les conditions de croissance des scléractiniaires.

Pour le substratum pré-holocène, les âges de 25500 à 37430 ans BP trouvés dans la partie inférieure des forages sont certainement sous-estimés du fait des limites d'application de la méthode au carbone 14 et de la contamination diagénétique mais, ils indiquent nettement un âge pléistocène.

b/ Les récifs frangeants de la côte sud-est :

- L'Holocène : dans le forage 2 de Tara, 2 échantillons coralliens d'Acroporidés ont été datés (tableau 2, datations effectuées par l'Univ. du Texas à Austin, J. Lecolle, comm. pers.) : l'un vers -0,50 m de 5030 +/- 90 ans BP ; le second vers -7,50 m (situé au-dessus du niveau sableux de -8,50 m) de 5360 +/- 110 ans BP.

Dans le forage 14 de Mamié-Ounia (Cabioch, 1984), 5 datations ont été effectuées par le Laboratoire de l'Université de Lyon (L. Montagnioni, inédit, comm. pers.) :

-0,40 m : *Platygyra* sp. : 2600 +/- 120 ans BP.

-1,7-1,8 m : *Favia* sp. : 2790 +/- 110 ans BP.

-4,0 m : *Porites* sp. : 4400 +/- 110 ans BP.

-5,6 m : *Goniastrea* sp. : 5030 +/- 100 ans BP.

-7,0 m : *Acropora* sp. : 7160 +/- 170 ans BP.

- Le Pléistocène : nous rappelons que les faciès trouvés dans l'unité récifale inférieure ont été attribués au Pléistocène.

c/ Les récifs frangeants des côtes est et nord : l'étude pétrographique des carottages a montré :

- la présence d'un récif corallien frangeant d'âge holocène ;

- l'absence d'unités récifales sous-jacentes (d'âge pléistocène) ;

- une réduction d'épaisseur des récifs coralliens lorsqu'on s'éloigne vers le nord.

Ceci est confirmé par les datations radiochronologiques sur des carottes de 4 de ces sites (forage 18 de Thio ; forage 20 de Poindimié ; forage 26 de Pouébo ; forage 33 de Poum) :

1/ Toutes les datations ont donné un âge holocène à ces récifs frangeants:

+ à Thio : 4120 +/- 90 ans BP à la base et vers le sommet, 3590 +/- 70 ans BP ;

+ à Poindimié : 6050 +/- 80 ans BP à la base et vers le sommet, 4620 +/- 100 ans BP ;

+ à Pouébo, 2020 +/- 70 ans BP à la base et vers le sommet, 54 +/- 4 ans BP ;

+ à Poum, 4190 +/- 80 ans BP à la base et vers le sommet, 3460 +/- 100 ans BP.

2/ Le taux de croissance récifale varie d'un forage à l'autre mais également d'un niveau à l'autre. Du sud vers le nord, on constate :

+ récif de Thio : 5,6 mm/an avec des valeurs de 7,3 mm/an à la base et de 5,0 mm/an au sommet ;

+ récif de Poindimié : 6,2 mm/an avec des valeurs intermédiaires de 5,8 mm/an entre -3,50 et -4,50 m ; 3,2 mm/an entre -2,50 et -3,50 m et de 12,5 mm/an entre -0,50 et -2,50 m ; un taux de croissance corallienne de 20,8 mm/an a été trouvé pour une colonie de Poritidés ;

+ récif de Pouébo : 2,8 mm/an avec une valeur intermédiaire de 4,7 mm/an entre -1,50 et -5,50 m et un taux de croissance corallienne de 14,1 mm/an pour une colonie de Favidés ;

+ récif de Poum : 3,4 mm/an.

III-1-2-Discussion :

a/ La limite Holocène-Pléistocène :

Les datations ont confirmé l'âge des discontinuités observées dans les forages, déterminées à partir des variations paléocéologiques (assemblages différents) et diagénétiques (minéralogie et ciments différents). Dans le récif Ricaudy, la discontinuité a été observée à -6,0 m près de la pente externe et vers -3,0 / -4,0 m près de la côte (figure 29) ; la position altimétrique de la discontinuité varie en fonction de la topographie préexistante et de l'édification d'une plate-forme d'abrasion. Dans le forage Ténia (Baie de Saint-Vincent, côte ouest), Coudray (1976) la situe à -8,0 m. Sur la côte sud-est, l'étude du forage de Ounia (Cabioch, 1984, Cabioch *et al.*, 1985) la place vers -7,0 m. Dans les autres forages, sa position varie en fonction de la morphologie côtière et du nivellement de la plate-forme d'abrasion (comme dans le récif Ricaudy) (cf. figure 28) : elle est au moins à -8,50 m dans le forage 2 ; à -4,60 m dans le forage 6 ; à -2,50 m dans le forage 9 ; à environ -0,50 m dans le forage 10 et à environ -2,50 m dans le forage 11. Les forages les plus externes (forage d'Ounia et forage 2 de Tara) donnent les meilleures indications sur la position de la discontinuité et l'âge des premières installations coralliennes car ils ont été les premiers en contact avec le niveau marin (la plate-forme d'abrasion est inclinée en direction de la mer du fait de son nivellement).

Dans le sud de la Grande Barrière récifale australienne, la discontinuité est plus profonde qu'en Nouvelle-Calédonie, de -7,40 à -14,30 m en forages par Marshall (1983-b). Dans le nord de la Grande Barrière récifale, elle se situe vers -20,0 m (Hopley *et al.*, 1978). Dans les 2 cas, elle est marquée comme dans les récifs néocalédoniens, par une surface de karstification. Il en est de même à Mururoa (Polynésie française) où la limite située entre -6,0 et -11,0 m

et sur laquelle s'est édiflée il y a 8600 ans BP l'unité récifale holocène est une plate-forme karstifiée d'âge 100000 ans BP (Lalou *et al.*, 1966, Trichet *et al.*, 1984).

L'étude pétrographique des carottes et les datations absolues montrent donc que les platiers des côtes sud-est et sud-ouest sont constitués de 2 unités récifales superposées (une formation basale pléistocène et une formation sommitale holocène), alors que ceux des côtes est et nord ne sont constitués que de matériel d'âge holocène reposant sur un substrat non carbonaté. Les mêmes remarques peuvent être faites sur les côtes nord-est à Touho et ouest à Poya (Fontes *et al.*, 1977).

b/ Installation récifale à l'Holocène :

La base de la transgression holocène a été datée de 7300 ans BP par Baltzer (1970) sur la Grande Terre (Nouvelle-Calédonie) et de 7000 ans BP dans le forage Ténia (Coudray, 1976). Ces âges sont confirmés dans le récif Ricaudy (environ 6550 ans BP) et de Mamié (7160 ans BP). Sur les côtes nord et est, on note une disparité dans les âges d'installation des différents récifs, mais on peut trouver des âges voisins de 6000 ans BP : environ 6050 ans BP dans le forage 20 (Poindimié) et 6025 ans BP à Touho (une localité voisine de Poindimié) (Fontes *et al.*, 1977). Dans la Grande Barrière récifale (Davies et Hopley, 1983) et très probablement à la même époque dans les îles de la Société (Polynésie française) (Montaggioni et Delibrias, 1986), l'établissement récifal à l'Holocène s'est produit vers 8000 / 9000 ans BP, donc moins tardivement qu'en Nouvelle-Calédonie.

L'examen des âges d'installation des récifs coralliens frangeants de la Grande Terre autorise 3 conclusions (figure 55) :

- les récifs sont de plus en plus jeunes du sud vers le nord ;
- les récifs pléistocènes sont absents dans les forages des côtes est et nord ;
- les récifs de la côte est sont jeunes par rapport à ceux de la côte ouest.

L'installation des récifs coralliens correspond à des facteurs bien établis. L'installation tardive des récifs néocalédoniens par rapport à ceux de la Grande Barrière ou de Polynésie, répond donc à des exigences particulières. Ce ne sont pas forcément les récifs ayant le substrat le plus profond qui se sont installés les premiers (Davies et Hopley, 1983), et il existe en fait plusieurs explications aux déphasages observés dans l'installation récifale holocène (Thomassin, 1984, Davies *et al.*, 1985) :

1/ **Le manque de substrat apte à l'installation de colonies coralliennes** : en Nouvelle-Calédonie, l'établissement des récifs coralliens est beaucoup plus précoce sur les surfaces karstiques (côtes sud-est et sud-ouest) que sur substratum rocheux (péridotites, micaschistes, ...). Le rôle joué par la disponibilité des substrats et leur topographie dans l'installation et l'édification récifales est également démontré en d'autres points de la Grande Terre. Le manque de substrats favorables est particulièrement visible sur la côte ouest dont la morphologie ne se prête guère à l'installation de récifs frangeants. L'établissement des récifs néocalédoniens résulte donc de l'existence de portions de surfaces karstiques peu profondes, comme dans la Grande Barrière récifale australienne (Harvey *et al.*, 1979, Harvey et Hopley, 1982, Marshall, 1983-b, Symonds *et al.*, 1983, Symonds et Davies, 1985), à Bélize (James et Ginsburg, 1976, Choi, 1982), ou dans les Caraïbes (Geister, 1983, 1984).

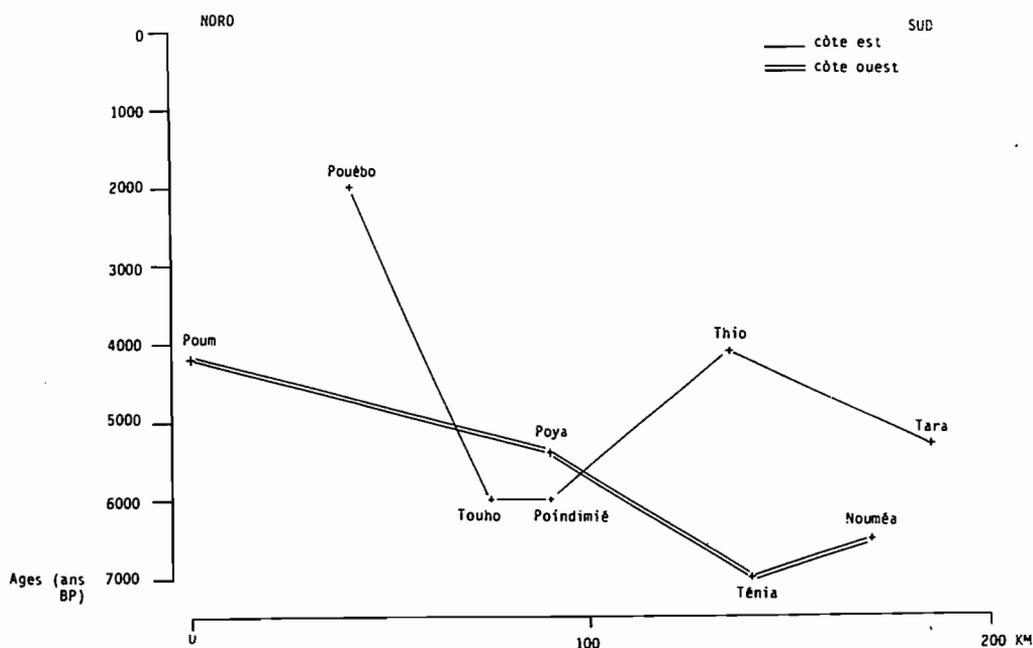


Figure 55 : les âges d'installation à l'Holocène des récifs frangeants coralliens de la Grande Terre de Nouvelle-Calédonie

2/ L'absence de peuplement larvaire : vu l'extension et la dimension des complexes récifaux, ce facteur d'ailleurs improbable ne peut être évalué.

3/ L'influence terrigène : en Nouvelle-Calédonie, ce facteur ne semble pas prépondérant : les récifs frangeants les mieux développés sont sur la côte est où de nombreux fleuves côtiers déversent des eaux chargées de matériel terrigène et où les pluies abondantes drainent de nombreuses particules lessivées à partir des massifs péridotitiques ;

4/ Les facteurs climatiques et océanographiques : en Nouvelle-Calédonie ils pourraient avoir un rôle important. L'inhibition de la croissance récifale résulte d'importants apports de nitrates et de phosphates liés à des circulations et des upwellings comme c'est le cas en Australie (Davies, 1986, Harry et Phipps, 1986, Kinsey et Davies, 1979, Multer, 1986). La richesse en nutriments inhiberait la calcification et favoriserait la prolifération des algues vertes non constructrices (Hallock et Schlager, 1986).

5/ La tectonique locale : les variations dans l'âge d'installation récifale à l'Holocène pourraient être dues au comportement tectonique différentiel de provinces récifales à l'enfoncement hydro-isostatique de la

Nouvelle-Calédonie (Dubois et al., 1973, Baltzer, 1982) comme cela a été mis en évidence en Australie (Hopley, 1982, Davies et Hopley, 1983).

6/ La rotation des vents dominants : sur les îlots coralliens du lagon de Nouméa, des dalles de "beach rock" d'orientation différente suggèrent que le changement d'orientation des vents provoque un changement dans l'orientation des axes de croissance des peuplements constructeurs des récifs (Thomassin, 1984). Nous savons que dans la Grande Barrière récifale, la croissance récifale est dépendante de ce facteur auquel il faut ajouter la température et la fréquence des cyclones (Chappell et al., 1983).

7/ Transgression par paliers : selon Carter et Johnson (1986), la transgression holocène dans la Grande Barrière s'est effectuée par paliers comme le montrent les lignes de côtes trouvées aux profondeurs de 114, 88, 56, 45, 39, 28 23 et 9 m. Cette dernière correspondrait à un stationnement du niveau marin au cours duquel s'est opéré l'établissement des récifs en Nouvelle-Calédonie. Thomassin et Coudray (1982) ont également montré l'existence de cette transgression épisodique en Nouvelle-Calédonie.

c/ La croissance des récifs frangeants :

1/ Les faciès : plusieurs faciès ont été reconnus, correspondant aux faciès transgressifs et de stabilisation décrits par Davies et Montaggioni (1985)

- Les faciès transgressifs correspondent à des bioconstructions coralliennes massives. Ils sont présents dans l'Holocène du récif de la côte sud-ouest (Ricaudy) où l'on observe également des alternances de faciès à coraux massifs, coraux branchus, parfois encroûtés par des algues rouges ; dans les récifs holocènes des côtes est et nord, ainsi qu'à Tara (forage 2) sur la côte sud-est.

- Les faciès de stabilisation sont caractérisés par des encroûtements de foraminifères et d'algues rouges, associées à des Vermetidés, des accumulations biodétritiques donnant des biocalcarénites ou des épandages de coraux branchus. De tels faciès sont trouvés dans l'Holocène de la côte sud-est où le niveau marin a connu plusieurs phases de stabilisation.

2/ Le taux de croissance : il faut distinguer la croissance corallienne, variable en fonction de l'espèce et des conditions du milieu (Gomez et al., 1985), de la croissance récifale qui est la résultante des processus participant à la sédimentogenèse d'un récif corallien. Plusieurs remarques peuvent être faites sur la disparité des taux de croissance entre les récifs étudiés :

- La croissance des récifs précocement établis :

+ **Sur la côte sud-est :** les datations au carbone 14 effectuées sur les échantillons du forage 14 (récif de Mamié) montrent l'existence de 3 phases (figure 56) :

1/ colonisation vers 7160 ans BP avec une croissance faible : 1,2 mm/an (entre 7160 et 5030 ans BP) ;

2/ une période d'accélération de la croissance : 2,1 mm/an (entre 5030 et 2600 ans BP) avec autour de 2700-2600 ans BP une période de croissance

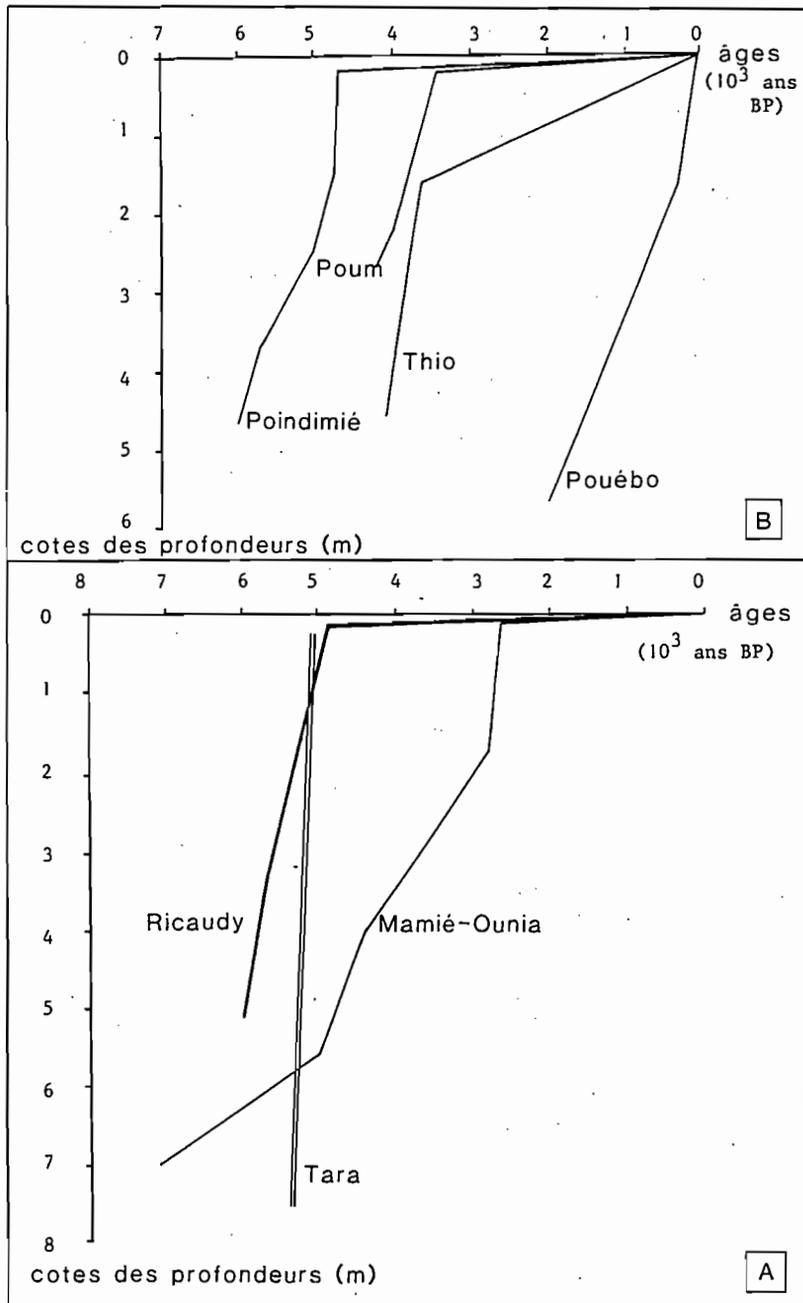


Figure 56 : les courbes de croissance à l'Holocène des récifs des côtes sud-est (Tara et Mamié), est et sud-ouest (Ricaudy)

plus grande. Lors de cette période, le récif corallien suit la remontée rapide du niveau marin comme en attestent les faciès ;

3/ une phase de croissance faible entre 2600 ans BP et l'actuel, indiquant une interruption de la croissance verticale, le récif ayant atteint le niveau marin.

+ Sur la côte est (figure 56) : dans le récif de Poindimié :

1/ colonisation vers 6050 ans BP : croissance récifale faible : 2,9 mm/an (entre 6050 et 5710 ans BP) ;

2/ une période d'accélération de la croissance correspondant à un rattrapage du niveau marin : croissance de 6,0 mm/an (entre 5000 et 4620 ans BP) ;

3/ une période de croissance verticale faible entre 4620 ans BP et l'actuel, correspondant à une relative stabilité (ou une baisse du niveau marin).

+ Sur la côte sud-ouest : récif Ricaudy (figure 56) :

1/ installation du récif vers 6550 ans BP (entre 6010 et 5700 ans BP, période d'augmentation du niveau marin) ; le taux de croissance est de 5,1 mm/an ;

2/ entre 5000 et 4910 ans BP, il retombe à 4,1 mm/an. cette période correspond au rattrapage du niveau marin qui connaît alors une certaine stabilité ;

3/ entre 4910 ans BP et l'Actuel, la croissance verticale est nulle.

Les datations effectuées dans ces 3 récifs mettent en évidence :

1/ trois phases dans la croissance des récifs de Ounia-Mamié et de Poindimié, situés dans des environnements hydrodynamiques de type battu :

a-colonisation avec des taux de croissance faibles ;

b-accélération de la remontée du niveau marin avec des taux de croissance plus élevés ;

c-stabilité du niveau marin avec arrêt de la croissance verticale.

Ces 3 phases de croissance récifale tout à fait conformes à celles définies par Davies et Marshall (1979) et Davies et Montaggioni (1985) correspondent à la réponse appropriée d'un récif aux conditions locales de remontée du niveau de la mer (Neumann et Macintyre, 1985).

2/ Deux phases bien marquées dans la croissance du récif Ricaudy, situé en environnement plus protégé (la troisième phase correspond à un blocage de la croissance) :

a-établissement du récif : le taux de croissance est élevée ;

b-ralentissement du taux de croissance à l'approche du niveau marin.

L'étude des forages a montré l'importance de l'hydrodynamisme dans la répartition des organismes, des faciès et des ciments. Ce facteur influe également sur la croissance récifale.

- La croissance des récifs tardivement établis (figure 56) :

Dans les autres récifs, Thio, Pouébo et Poum, l'installation récifale est plus tardive par rapport à la remontée du niveau marin et les modalités de la croissance récifale sont différentes.

La colonisation des récifs s'est effectuée vers 4120 ans BP alors que le

niveau marin se situait au voisinage du niveau actuel (Davies et Montaggioni, 1985). On obtient des taux de croissance récifale de 5,6 mm/an à Thio (platier exposé, non abrité, hydrodynamisme de type battu), de 3,4 mm/an à Poum (platier relativement abrité), de 2,8 mm/an à Pouébo (platier protégé).

Les taux de croissance les plus élevés sont dans des environnements agités mais ces faits ne doivent pas être généralisés comme le montrent le taux élevé de 6,7 mm/an trouvé dans un récif frangeant Sous le Vent par Johnson et Risk (1987) ainsi que dans la Grande Barrière récifale australienne (Davies et Hopley, 1983).

Les taux de croissance les plus faibles sont dans le nord de la Grande Terre (Poum et Pouébo).

Ces taux de croissance varient donc de 2,0 à 7,3 mm/an (moyenne autour de 4 mm/an) et sont compatibles avec ceux trouvés dans d'autres régions : la Réunion, 4 mm/an (Montaggioni, 1977) ; Grande Barrière récifale australienne, de 1 à 4 mm/an (Davies et Hopley, 1983, Hopley *et al.*, 1983, Hopley et Barnes, 1985). Il faut également noter que dans des récifs holocènes de la Grande Barrière récifale australienne, Marshall et Davies (1984) ont obtenu des taux de 4,8 mm/an sur les marges Au Vent et de 4,0 mm/an sur des marges Sous le Vent.

d/ Croissance récifale et variation relative du niveau marin en Nouvelle-Calédonie :

La structure interne des récifs frangeants et les taux de croissance récifale font apparaître plusieurs particularités qui rendent compte des variations relatives du niveau marin.

1/ Dans les récifs des côtes ouest, sud-ouest, sud-est et est, à la base de l'unité holocène, les datations coralliennes de 6000 à 7000 ans BP, ont été trouvées entre -6,0 et -8,0 m., en accord avec la position du niveau marin que Baltzer (1970) situe à -3,85 m à 7300 ans BP. Cela est conforme avec les courbes établies dans la Pacifique sud par Thom et Chappell (1975) et Adey (1978). On note cependant un décalage car les organismes coralliens peuvent vivre sous une tranche d'eau d'épaisseur variable.

2/ Dans les récifs des côtes nord-est, nord-ouest, on a déjà noté l'absence du Pléistocène, alors que les forages ont atteint des profondeurs de -3,0 à -11,0 m. Le niveau pléistocène de 120000 ans BP ayant probablement atteint la cote +6,0 m, plusieurs hypothèses sont envisageables :

-1-il n'y a pas eu édification récifale dans le nord de la Grande Terre au Pléistocène, ce qui semble douteux, vu l'importance des complexes récifaux dans cette région ;

-2-il y a eu édification récifale, suivie d'une érosion totale, ce qui semble improbable, car il reste toujours des fragments de platiers même sous des climats plus humides ;

-3-il y a eu édification récifale, mais une subsidence importante ou des effondrements ont immergé les complexes récifaux, ce qui expliquerait l'existence de la structure particulière du récif barrière, et la constitution de plusieurs lignes récifales.

3/ Le long de la côte sud-est, face aux récifs frangeants surélevés, le récif barrière change de direction, et plonge de plus en plus vers le sud. Cela

pourrait être consécutif à un soulèvement de cette région avec des effondrements en marches d'escalier vers le large.

4/ L'altitude des récifs frangeants pléistocènes varie suivant les sites : elle est de +6,0 à +10,0 m sur la côte sud-est, c'est à dire voisine du haut niveau marin de 120000 ans BP ; vers -6,0 m sur la côte sud-ouest ; vers +2,0 à +4,0 m sur la côte ouest ; elle est inconnue sur les côtes est, nord-est et nord-ouest, avec cependant à Hienghène des lambeaux de coraux entre +4,0 et +6,0 m datés de 105000 ans BP (Bernat *et al.*, 1976, Launay et Récy, 1972).

Cela nous amène à proposer le schéma suivant (figure 57) :

1/ Le soulèvement ou la stabilité de la portion sud-est et, corrélativement une subsidence de la côte sud-ouest, provoque :

a-sur la côte sud-est, l'immersion qui correspond à une subsidence ou à un effondrement du récif barrière au large de Yaté à moins qu'une faille ne désolidarise les récifs barrières et frangeants. L'hypothèse d'une subsidence importante est contredite par le fait que le récif frangeant émergé de la côte sud-est est stable ou soulevé. La seconde hypothèse (effondrement) paraît plus plausible, un soulèvement de cette portion de côte aurait provoqué une série d'effondrements vers le bassin comme semble le prouver l'existence de failles-flexures parallèles aux côtes de la Grande Terre (Dugas et Debenay, 1978-a) ;

b-la création d'un vaste lagon (lagon sud-ouest) corrélativement à la subsidence ;

2/ La subsidence importante du nord de la Grande Terre provoquant :

a-un enfoncement progressif des récifs pléistocènes plus important que dans le lagon sud (ce qui explique qu'on ne les retrouve pas en forages) ;

b-la création d'un vaste lagon comparable à celui de Nouméa ;

3/ Présence d'un anticlinal dans la région de Bourail provoquant :

a-une subsidence très faible (existence de platiers pléistocènes entre +2,0 et +4,0 m) ;

b-le rapprochement à la côte du récif barrière qui devient frangeant.

4/ Dans la région de Touho-Hienghène, le problème est complexe puisque l'on y trouve un récif barrière double, parfois triple, qui de parallèle à la côte devient perpendiculaire en face de Touho ; 4 séries d'encoques superposées entre +4,0 et +13,0 m, des coraux encroûtants datés de 105000 ans BP vers +6,0 m, et qu'en forages nous n'y avons pas trouvé d'unité récifale pléistocène. Selon le modèle de Bloom *et al.* (1974), le niveau marin de 105000 ans BP trouvé entre +4,0 et +6,0 m est à -15,0 m du niveau actuel. Cette région aurait donc subi un soulèvement de 20 m environ. Dans cette hypothèse, le haut niveau marin pléistocène de 120000 ans BP pourrait correspondre aux encoches situées vers +9,0 et +13,0 m. Le soulèvement se serait accompagné d'effondrements en marches d'escalier vers le bassin. La topographie résultante, favorable à l'établissement de récifs, expliquerait l'existence le doublement et le triplement du récif barrière (Coudray, 1976, Coudray *et al.*, 1985).

Toutes ces données sont en accord avec les observations morphologiques réalisées par Latham (1986) qui observe que l'altitude des niveaux géomorphologiques décroît du sud vers le nord.

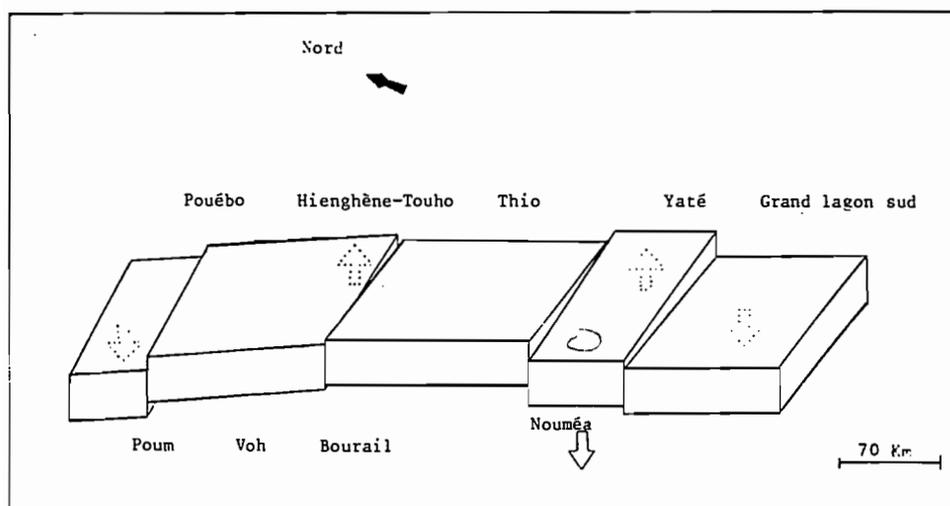
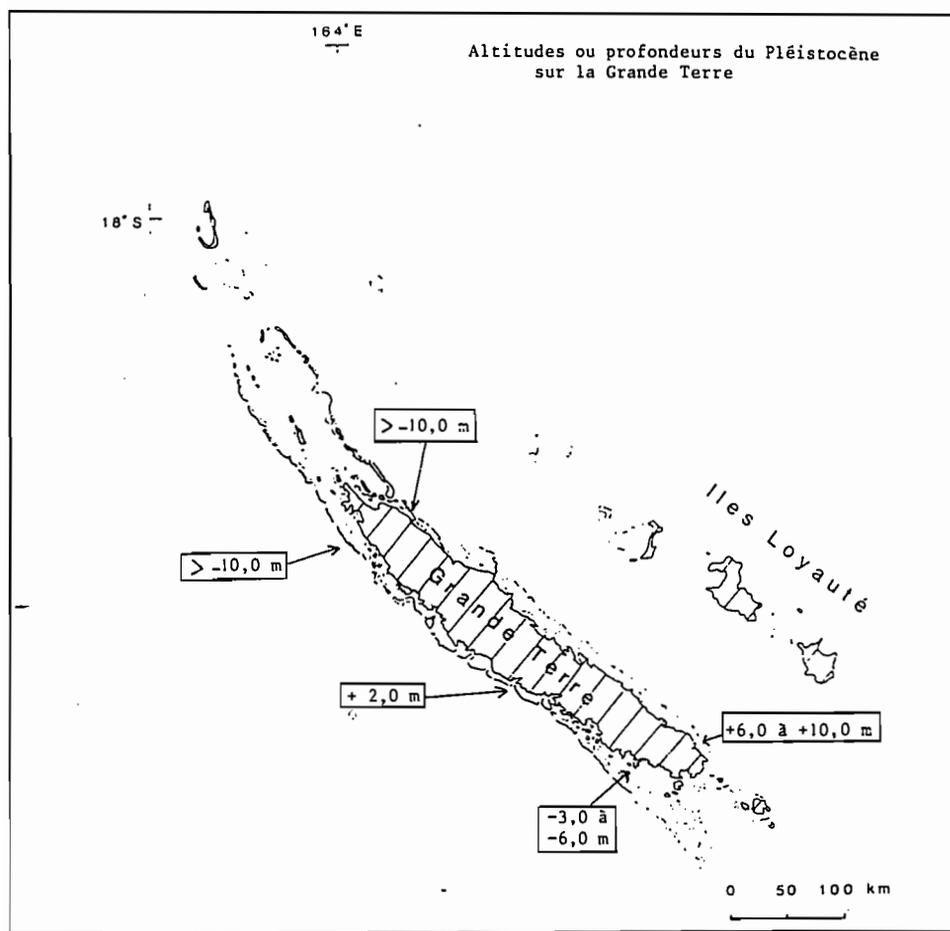


Figure 57 : le comportement spécifique de la Grande Terre

De même, dans la région de Bourail, Pomeyrol (1951) signale l'existence de l'anticlinal de Gouaro dont le flanc septentrional s'étend au-delà de Bourail et le flanc occidental présente une terminaison périclinale.

III-2-Existence du haut niveau marin holocène en Nouvelle-Calédonie :

Dans les années 1970, plusieurs auteurs se sont attachés à étudier les traces de niveaux marins holocènes plus hauts que l'Actuel sur la Grande Terre (tableau 22) ; l'existence d'un haut niveau marin est attesté en de nombreux points à l'aide des marqueurs suivants :

- horizons de mangroves qui donnent le niveau des Basses Mers de Vives Eaux ;
- niveaux coralliens qui prouvent la présence de la mer, sans préciser les BMVE avec précision ;
- accumulations de lamellibranches qui indiquent également la présence de la mer au voisinage de la ligne de rivage.

Ces datations reportées sur un graphique montrent (figure 58) :

- une montée du niveau marin entre 5400 et 5750 ans BP sur la côte sud-ouest ;
- l'existence de niveaux plus hauts que l'actuel entre 3370 et 770 ans BP mais l'utilisation de lamellibranches pour ces datations laisse planer un doute sur l'exactitude de ces derniers résultats.

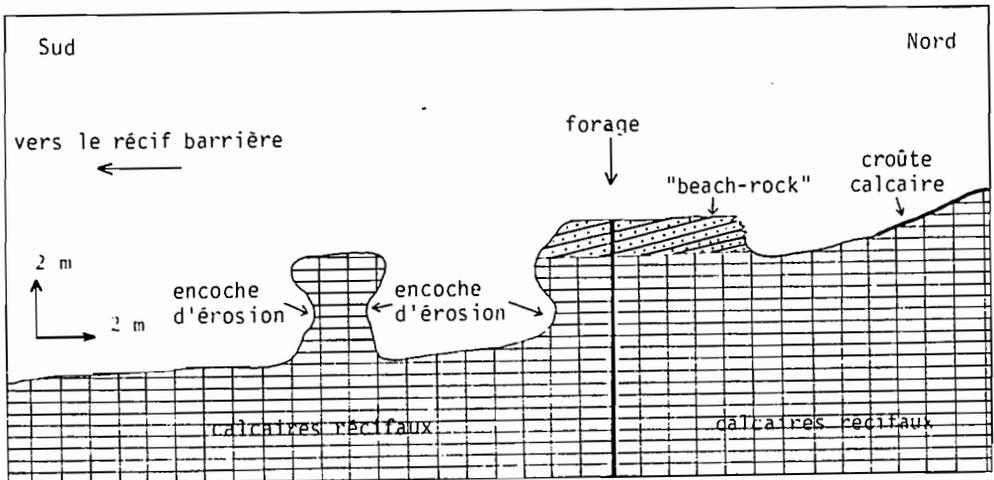


Figure 58 : site de l'ilot Vert, près de Bourail (côte ouest)

Tableau 22 : datations du haut niveau marin holocène sur la Grande Terre : données bibliographiques :

- Sur la côte sud-est :
 - A Tara :
échantillon TARA 1 (corail), à +2,10 +/- 0,2 m daté de 5400 ans BP (datation inédite de Fontes, J. Recy, comm. pers.);
échantillon TARA 2 (corail, 100 % aragonitique, *sub in situ*), à +1,0 +/- 0,30 m daté de 4970 +/- 90 ans BP (Fontes et al, 1977);
échantillon TARA 3 (corail, 100 % aragonitique, en position de croissance), à + 0,6 +/- 0,2 m, daté de 5470 +/- 90 ans BP (Fontes et al, 1977);
 - A Touaourou :
échantillon 69 TOU 10 (corail), à +0,8 +/- 0,2 m daté de 4380 +/- 110 ans BP (Coudray et Delibrias, 1972);
échantillon 69 TOU 15 (corail), à +1,0 +/- 0,2 m daté de 3970 +/- 110 ans BP (Coudray et Delibrias, 1972);
- Sur la côte sud-ouest :
 - A Mara :
échantillon MT 24 D (mangroves), à +1,10 m daté de 5600 +/-150 ans BP (Baltzer, 1970);
 - A la Dumbéa :
échantillon NAT 17 E (mangroves), à +0,85 m daté de 5750 +/-150 ans BP (Baltzer, 1970);
 - Dans la Baie des Pirogues :
échantillon 69-118 (corail), à 0 +/-0,2 m daté de 1140 +/-90 ans BP (Coudray et Delibrias, 1972);
échantillon 69-119 (huîtres), à +0,8 +/-0,2 m daté de 770 +/-90 ans BP (Coudray et Delibrias, 1972);
- Sur la côte ouest :
 - Au Prédour :
échantillon 69 LP 5 (huîtres), à +1,2 +/-0,2 m daté de 3370 +/-105 ans BP (Coudray et Delibrias, 1972);
- Sur la côte nord-ouest :
 - A Foué :
échantillon 69-56 (lamellibranches), à +1,5 +/-0,3 m daté de 3040 +/-100 ans BP (Coudray et Delibrias, 1972);
échantillon 69-60 (lamellibranches), à +2,1 +/-0,3 m daté de 2250 +/-100 ans BP (Coudray et Delibrias, 1972);
- Sur la côte nord-est :
 - A Touho :
échantillon 69 T 1 (corail), à 0 +/-0,5 m daté de 5400 +/-120 ans BP (Coudray et Delibrias, 1972).

Les âges de 5690 et de 4910 ans BP obtenus à la surface du platier de Ricaudy montrent que la croissance récifale a été bloquée verticalement entre 5000 et 5500 ans BP. L'existence du haut niveau marin à cette époque peut être envisagé.

Sur la côte sud-est de la Grande Terre, les observations de surface et de subsurface ont permis de mieux appréhender la structure interne des récifs frangeants émergés et actuels. Interstratifié dans des faciès récifaux

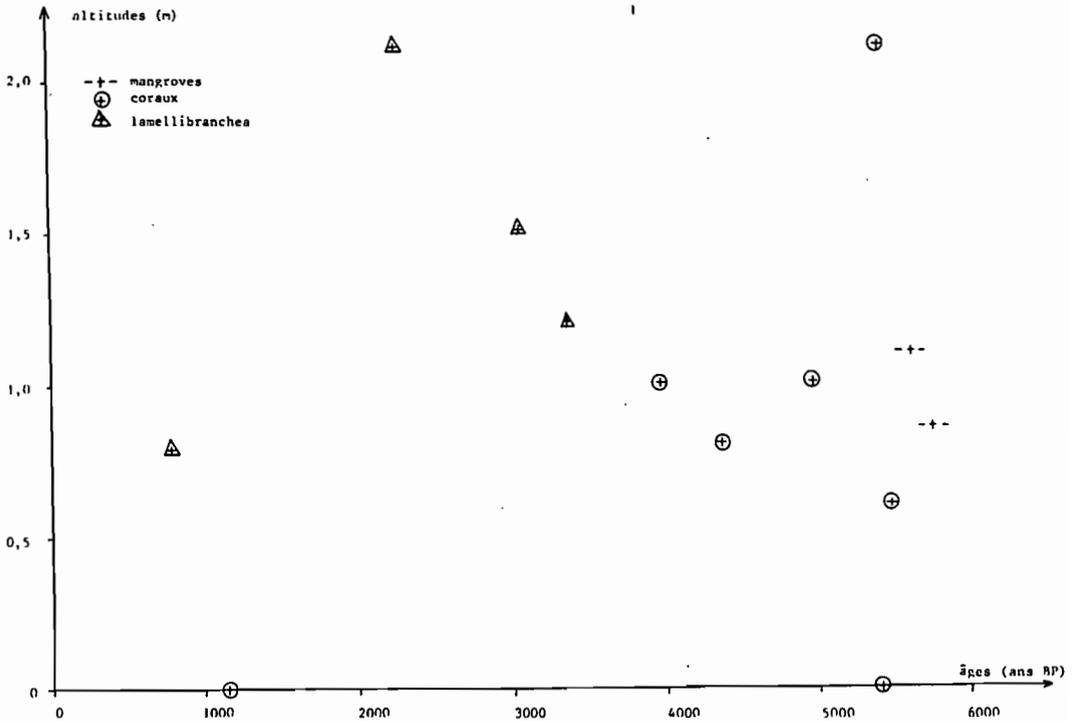


Figure 59 : datations du plus haut niveau marin holocène sur la Grande Terre de Nouvelle-Calédonie

bioconstruits entre 5360 et 5030 ans BP, un bloc de calcaire récifal pléistocène (constitué de biocalcarénites très altérées par les eaux douces) provient de l'éboulement d'une partie de la terrasse récifale par creusement de la mer. Ce phénomène a été observé en 1987 après le passage d'une forte dépression tropicale qui a effondré une partie de la terrasse récifale émergée creusée à sa base par une encoche. Ces résultats confirment donc la thèse du haut niveau marin holocène, le bloc écroulé provenant d'une partie de la terrasse récifale érodée à sa base par une encoche plus haute que l'actuelle.

Des dalles de "beach-rock", très nettement au-dessus des BMVE actuelles marquent l'existence de ce haut niveau, par places, sur la côte sud-ouest et sur des îlots coralliens du lagon de Nouméa, sur l'îlot Vert (région de Bourail), vers +2,0 m (figure 59). Sur les côtes nord, des plages surélevées marquent la présence de ce haut niveau marin holocène.

En Nouvelle-Calédonie, très peu de marqueurs de ce haut niveau marin ont donc été datés mais sur la Grande Terre, nos données et celles de la bibliographie démontrent son existence autour de 5600 ans BP (figure 58) qui correspond à celui de 6000 ans BP trouvés dans le Pacifique sud-ouest (Nakiboglu *et al.*, 1983, Lambeck et Nakada, 1985, Nakada, 1986) consécutif

à la transgression holocène. Il est cependant plus récent sur la côte nord-ouest (Coudray et Delibrias, 1972) que sur la côte ouest (Baltzer, 1970) et sud-est (Launay et Récy, 1972, Fontes *et al.*, 1977).

Ce déphasage chronologique pourrait s'expliquer par le comportement spécifique de la lithosphère et du manteau à l'aplomb de la Nouvelle-Calédonie, comme c'est le cas dans les îles du Pacifique sud-ouest (Nakiboglu *et al.*, 1983, Lambeck et Nakada, 1985, Nakada, 1986). Dans le Queensland, le haut niveau marin de 5500 ans BP est attribué à des déformations hydro-isostatiques en réponse à la transgression post-glaciaire holocène qui s'est achevée vers 6000 ans BP dans les aires internes de la Grande Barrière et qui a continué de quelques centaines d'années dans les marges externes, plus larges et plus profondes (Thom et Chappell, 1978, Chappell *et al.*, 1982, 1983).

Ce déphasage entre les différentes côtes serait une conséquence de leur géomorphologie et de la réponse isostatique différentielle. Dans le Queensland, les différences dans l'âge du haut niveau marin entre le nord (entre 5500 et 5000 ans BP) et le sud (4500 ans BP) sont attribuées à des causes glacio-eustatiques et hydroisostatiques (Hopley, 1983). Des mouvements tectoniques mineurs ne sont pas à exclure.

IV-Discussion-Conclusion :

L'étude pétrographique de carottes prélevées au sein de récifs frangeants et les observations morphologiques ont permis de reconstituer l'évolution de quelques récifs frangeants néocalédoniens dont l'évolution dépend des variations relatives du niveau marin. Complétées par des datations, ces informations permettent d'étudier les variations eustatiques et le comportement tectonique de la Grande Terre.

IV-1-Côte sud-est (figure 60) :

1/ Le massif péridotitique subit des altérations en milieu tropical, dont le produit (sols d'altération) se dépose au bas des reliefs (substratum des forages)

2/ Au cours du Quaternaire, lors d'un haut niveau marin (supposé de 120000 ans BP), installation d'herbiers et d'algues puis établissement de platiers coralliens. Une zonation récifale de la côte (dominance des herbiers, algues et des aires d'accumulation) vers le large (vie corallienne plus développée) s'installe ;

3/ Lors d'une baisse du niveau marin (régression du Würm) et d'un soulèvement d'une portion de cette côte entre 120000 ans BP et l'Actuel (attestée par l'existence de diaclases mais surtout par l'altitude des formations récifales qui culminent autour de +6,0 m dans la région de Yaté et qui décroissent latéralement jusqu'au niveau 0 actuel), se produit une altération des sédiments récifaux par les eaux douces (dissolutions des débris d'organismes, remplacements et cimentations) conduisant à la création d'un karst. Les mouvements verticaux s'accompagnent d'un effondrement en blocs de la marge vers le large, provoquant un enfoncement du récif barrière (figure 60) ;

4/ A l'Holocène, la transgression nivelle une plate-forme d'abrasion sur laquelle s'établissent des algues et/ou herbiers avant le développement de

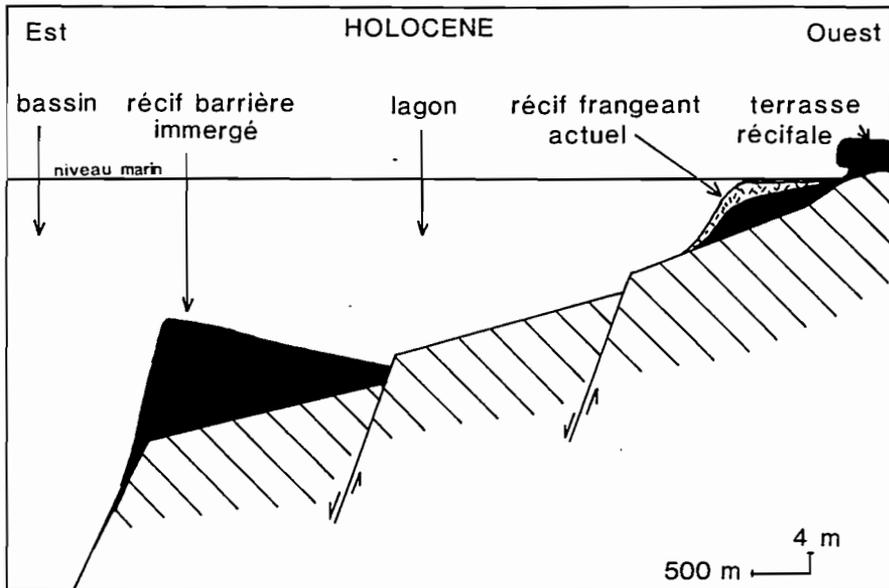
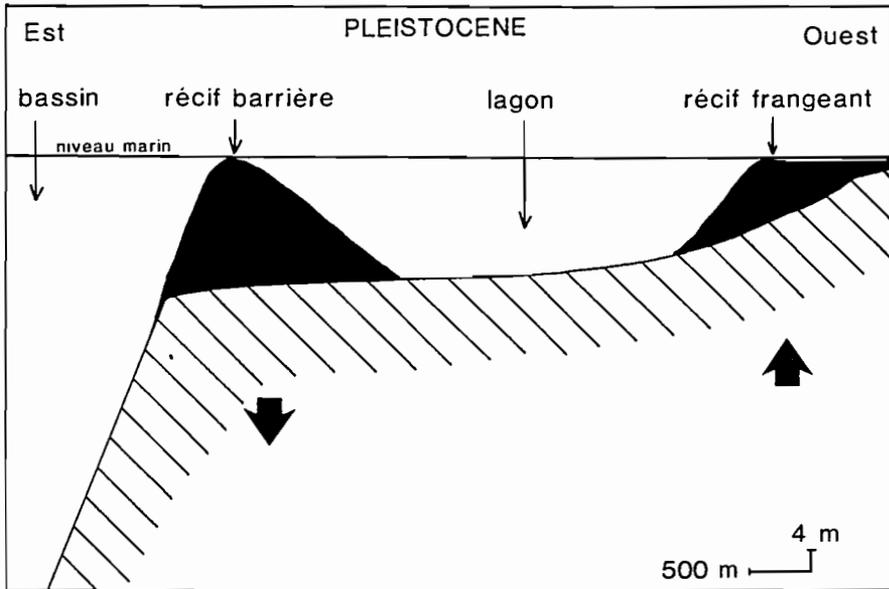


Figure 60 : structure de la côte sud-est

véritables platiers coralliens. L'hydrodynamisme particulièrement élevé dans cette région provoque des effondrements de la terrasse récifale, dont les blocs sont interstratifiés dans le matériel actuel (figure 61). Au niveau du récif barrière, la rapidité de la remontée du niveau marin est telle que la croissance récifale ne peut suivre, d'où son immersion actuelle (figure 60) ;

5/ Le niveau de la mer atteint une cote plus haute que l'actuelle vers 5500 ans BP et la houle découpe une encoche dans la terrasse récifale ;

6/ A partir de 5500 ans BP, le niveau redescend vers son niveau actuel, bloquant la croissance verticale des récifs dont l'extension est aujourd'hui horizontale (la vie corallienne est particulièrement développée au niveau des pentes externes).

IV-2-Côte sud-ouest :

1/ Au cours du haut niveau marin (supposé de 120000 ans BP d'après les analogies avec le forage de Ténia), un platier corallien constitué de nombreux buissons de coraux branchus s'installe sur un substratum de phtanites éocènes. Des algueraies et/ou herbiers prospèrent entre les constructions coralliennes et au niveau de l'arrière-récif dont le démantèlement fournit de nombreux débris. On constate une zonation de la côte vers le large avec passage d'herbiers et/ou algueraies et d'aires d'accumulation à une vie corallienne plus développée.

2/ Lors d'une baisse du niveau marin (régression du Würm) le platier est émergé et les eaux douces altèrent les sédiments récifaux mais ces phénomènes sont atténués car les précipitations sont moins abondantes que celles intéressant la côte est Au Vent ;

3/ Lors de la transgression holocène, des colonies coralliennes de *Porites* de grandes dimensions, des algueraies et des herbiers élaborent le nouveau platier corallien ;

4/ Le niveau de la mer atteint une cote plus haute que l'actuelle permettant une croissance corallienne verticale du platier ;

5/ Le niveau redescend vers son niveau actuel, bloquant la croissance verticale des récifs et provoquant la mort des colonies dont le sommet est abrasé ; la croissance récifale devient horizontale et la vie corallienne se développe particulièrement au niveau de l'avant-récif et de la pente externe.

IV-3-Côtes est et nord (figure 62) :

1/ Au cours du haut niveau marin supposé de 120000 ans BP des récifs (maintenant récifs barrières) s'installent en bordure de côte ;

2/ Un taux de subsidence plus élevé que dans le sud de la Grande Terre provoque un ennoïement progressif du récif barrière et un enfoncement de la portion de la Grande Terre, ce qui explique la jeunesse des récifs coralliens d'âge holocène. Cependant la région de Hienghène constitue un cas particulier où la subsidence est différente (elle est analogue à celle de la portion sud de la Grande Terre), ce qui explique une installation précoce des récifs coralliens à l'Holocène ;

3/ Lors de la transgression holocène, s'établissent sur le substratum rocheux ou vaseux du littoral actuel des récifs coralliens. En fonction de l'hydrodynamisme, se développent soit des colonies coralliennes de *Porites*

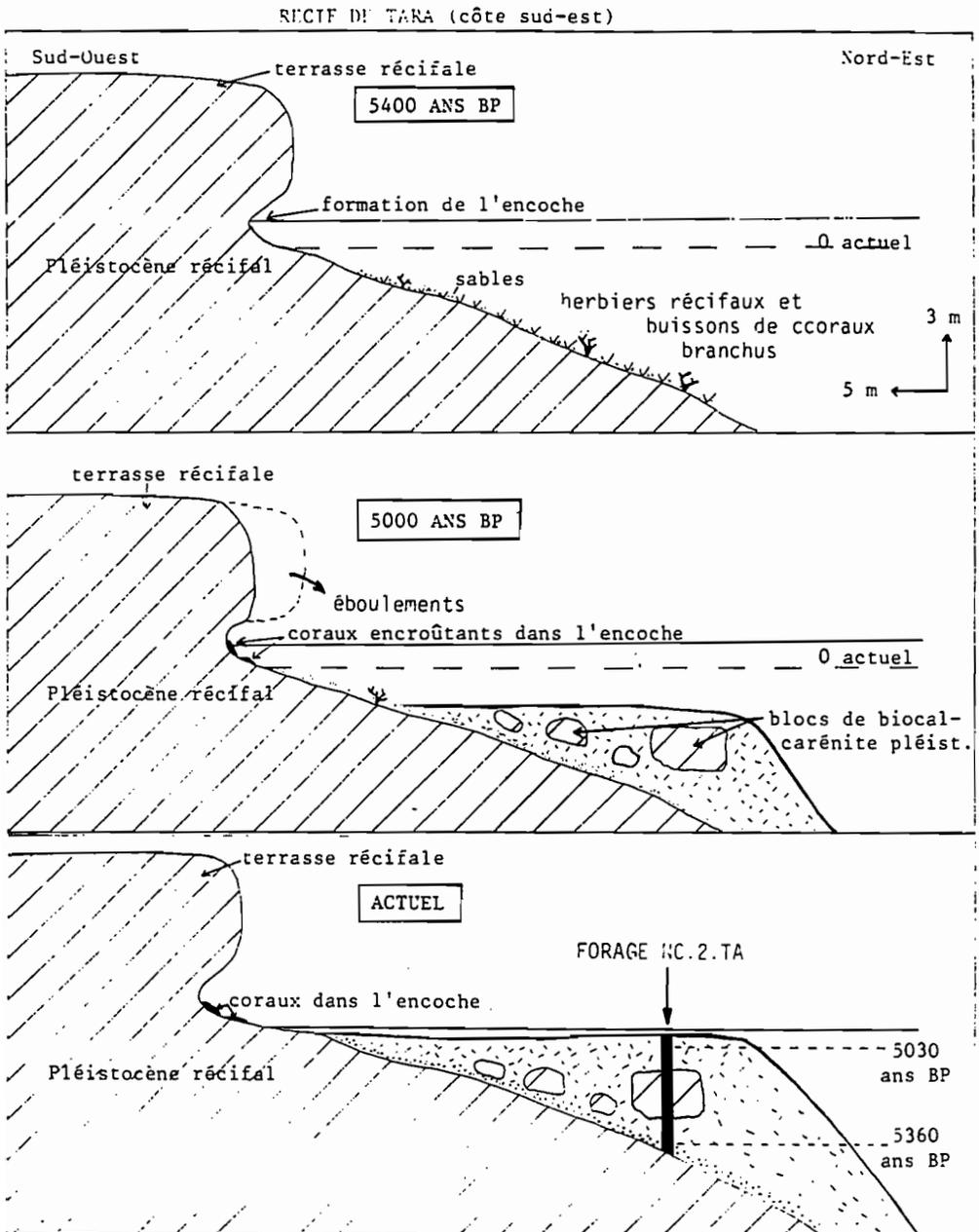


Figure 61 : évolution du récif de Tara à l'Holocène

de grandes dimensions, soit des buissons de coraux branchus ; des algueraies s'installent entre les constructions coralliennes fournissant de très nombreux débris aux sédiments récifaux.

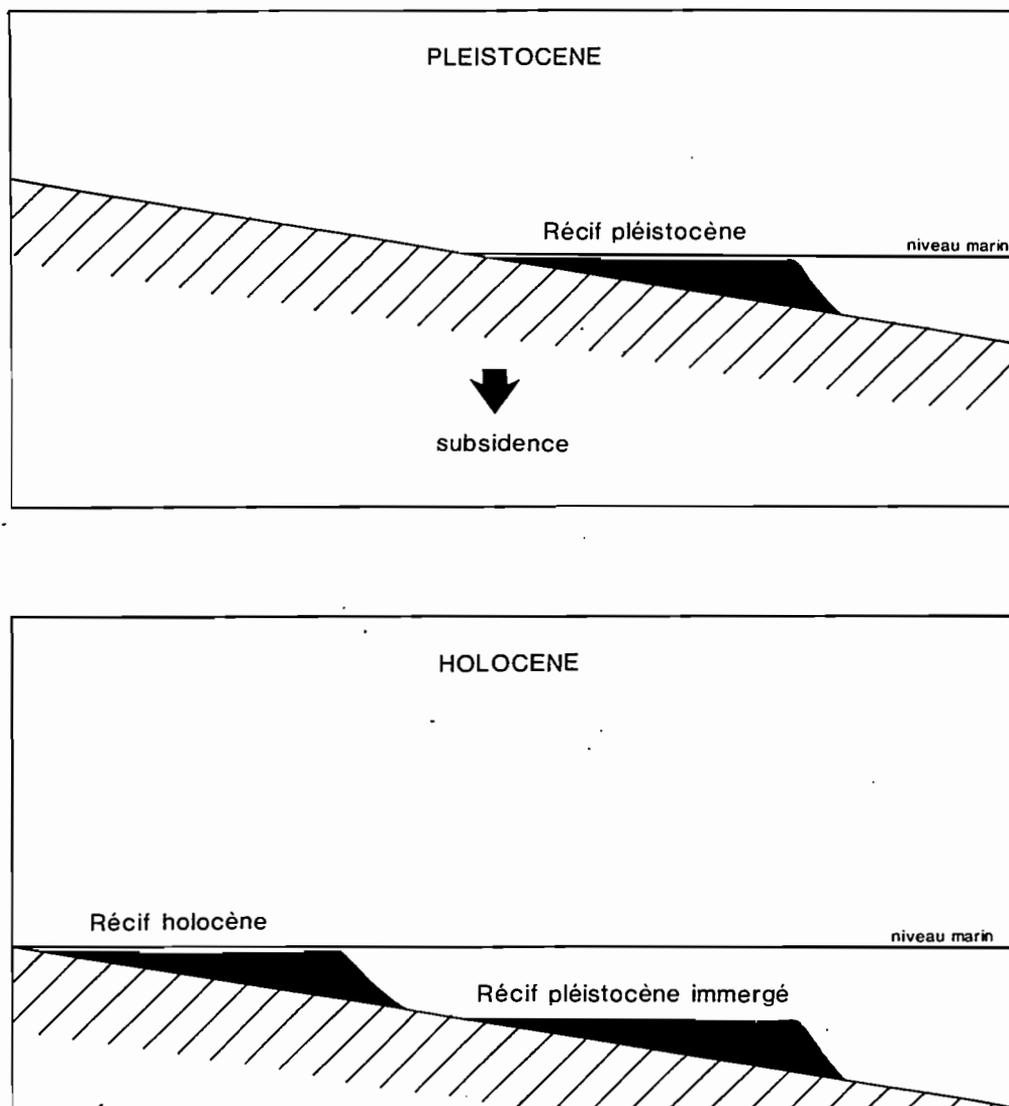


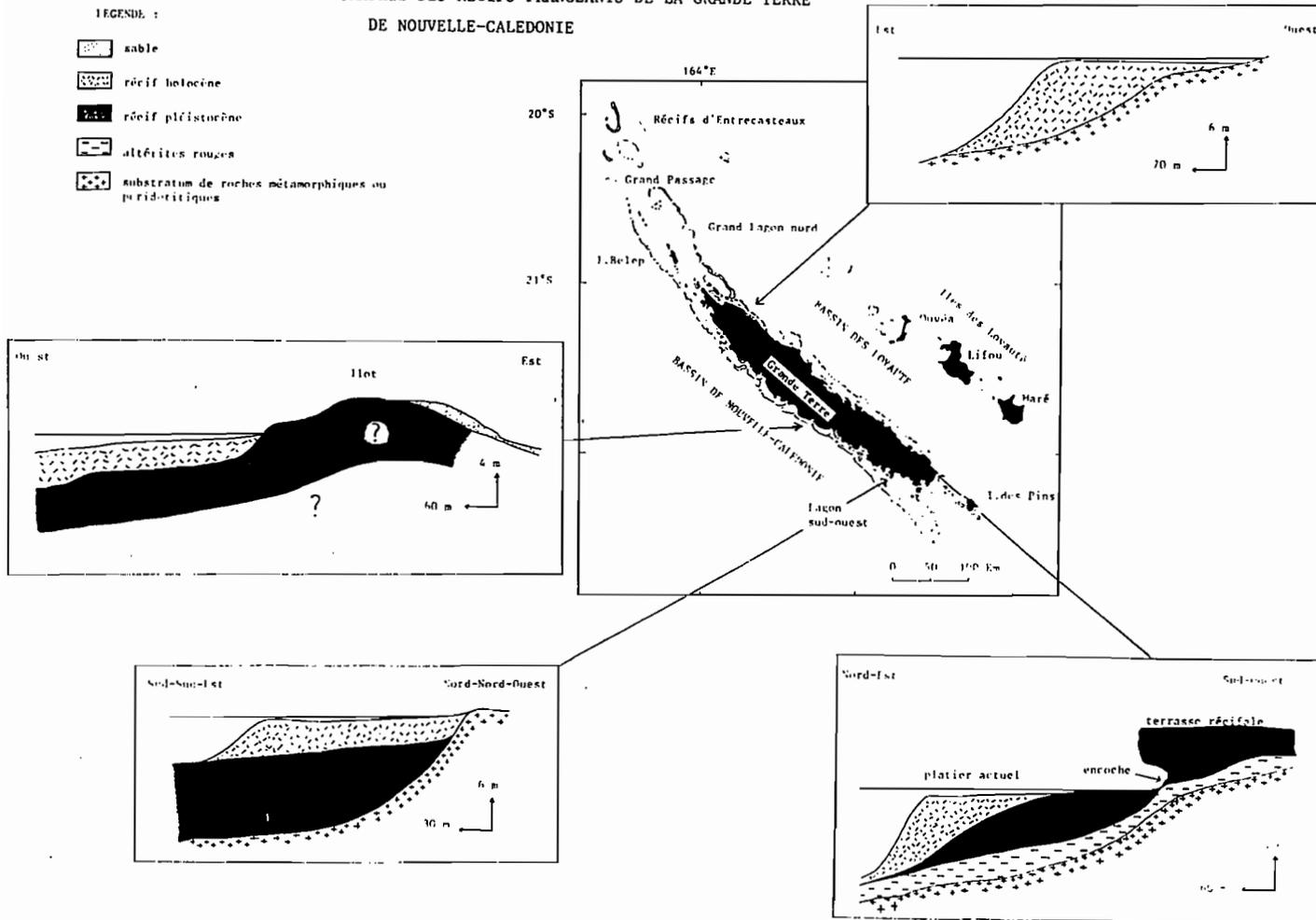
Figure 62 : structure des côtes est et nord

Figure 63

STRATIGRAPHIE DES RECIFS FRANGEANTS DE LA GRANDE TERRE
DE NOUVELLE-CALÉDONIE

LEGENDE :

-  sable
-  récif holocène
-  récif pléistocène
-  aillères rouges
-  substratum de roches métamorphiques ou peridotitiques



CONCLUSIONS GENERALES

A partir de l'étude pétrographique et paléontologique de 39 forages carottés de subsurface, nous avons pu appréhender la structure interne de 10 récifs frangeants de la Grande Terre de la Nouvelle-Calédonie.

L'interprétation des paléoenvironnements, leur évolution, l'étude de la croissance récifale et nos observations de terrain ont permis en outre de retracer, en liaison avec l'eustatisme et / ou la tectonique, les variations relatives du niveau marin.

I/ Structure interne des récifs frangeants :

a/ Stratigraphie (figure 63) :

• Succession verticale des unités récifales :

Les récifs frangeants néocalédoniens sont jeunes et constitués de 2 unités récifales superposées :

- **A la base, une unité d'âge pléistocène**, où dominant Corallinacées, *Halimeda*, mollusques et foraminifères benthiques.

- **Au sommet, une unité d'âge holocène**, où dominant les constructeurs coralliens (massifs et branchus) et algaires (algues rouges encroûtantes) qui donnent des faciès transgressifs et de stabilisation, en liaison avec la dernière remontée du niveau marin.

• Variations latérales :

- **Les côtes sud-ouest et sud-est** sont bordées de récifs frangeants où succède, à une unité récifale d'âge pléistocène, le récif actuel qui s'est établi lors de la transgression post-würmienne (transgression holocène).

- **Les côtes est et nord** sont bordées de récifs frangeants actuels installés sur un substrat non corallien constitué généralement par des roches métamorphiques.

b/ Paléoécologie et sédimentologie :

Les facteurs régissant l'établissement des communautés dans les récifs frangeants de la Grande Terre sont divers :

- **L'hydrodynamisme** contrôle l'établissement des peuplements coralliens et des organismes associés : la diversité biologique est d'autant plus grande que le mode est plus calme. Egalement liée au facteur énergétique, la cimentation est maximale en zone de haute énergie ;

- **Le substrat** permet l'établissement de communautés particulières. Dans les unités holocènes, les substrats gravelo-sableux sont propices au développement des mollusques, les herbiers à celui des foraminifères ;

- **Les influences continentales et/ou marines** qui se traduisent par des variations dans les apports de nutriments.

La reconnaissance des facteurs et la détermination des associations a mis en évidence :

- Une différence de composition faunistique et floristique entre l'Holocène (où les pourcentages d'organismes constructeurs principalement coralliens, *in situ* et en débris grossiers sont généralement supérieurs à 50 %) et le Pléistocène (où les pourcentages d'organismes constructeurs sont faibles, en moyenne 25 % et les débris d'algues vertes plus importants que dans l'Holocène) (tableau 23).

Caractérisation des récifs frangeants d'âge Holocène
de la Grande Terre de Nouvelle-Calédonie

- Sur toutes les côtes : platiers récifaux actuels

Peuplements	Bioclastes dominants	Textures dominantes
1/ colonies coralliennes massives et/ou algues rouges encroûtantes	coraux algues rouges	Framestone et Bindstone
2/ buissons de coraux branchus herbiers et algueraies	coraux algues rouges et vertes mollusques et foraminifères échinodermes et spicules	Floatstone Wackestone/Packstone à Wackestone
3/ herbiers et algueraies	algues rouges et vertes mollusques et foraminifères échinodermes et spicules débris coralliens	Wackestone à Packstone/Grainstone
Processus diagénétiques :	<ul style="list-style-type: none"> - fragmentations (et/ou usures) - bioérosion plus ou moins intense - cimentations marines (aragonitique et de calcite Mg) - micritisations 	
Porosité :	<ul style="list-style-type: none"> - primaire élevée : (intergranulaire et intragranulaire) - secondaire élevée (cavités de bioérosion) 	

Tableau 23 : caractérisation des récifs frangeants holocènes et pléistocènes de la Grande Terre de Nouvelle-Calédonie

**Caractérisation des récifs frangeants d'âge Pléistocène
de la Grande Terre de Nouvelle-Calédonie**

- Sur la côte sud-est : terrasses récifales de +2,0 à +10,0 m d'altitudes suivant les mouvements tectoniques locaux et la subsidence, creusées d'encoches d'érosion marine ;
- Sur la côte sud-ouest : plate-forme d'abrasion constituant le substrat pré-holocène des récifs frangeants actuels

Peuplements	Bioclastes dominants	Textures dominantes
1/ herbiers et algueraies	algues rouges et vertes mollusques et foraminifères échinodermes et débris coralliens	Wackestone à Packstone/Grainstone
2/ colonies coralliennes (massives ou branchues) éparses et/ou algues rouges encroûtantes	débris coralliens algues rouges encroûtantes algues rouges et vertes foraminifères et mollusques échinodermes	Framestone Bindstone Wackestone à Packstone/Wackestone
3/ colonies coralliennes branchues éparses herbiers et algueraies	débris coralliens algues rouges et vertes foraminifères mollusques et échinodermes	Floatstone Wackestone à Packstone

Processus diagénétiques :

- dissolutions
- remplacements minéralogiques
- cimentations marines parfois préservées
- cimentations d'eaux douces (calcite faiblement Mg)

Porosité :

- secondaire élevée : (dissolution des organismes et de la matrice)
- primaire faible (occlusion de la porosité par les ciments)

Tableau 23 : caractérisation des récifs frangeants holocènes et pléistocènes de la Grande Terre de Nouvelle-Calédonie

- La répartition et l'agencement de différents assemblages de biofaciès, correspondant à des zones de construction ou d'accumulation. Cette étude montre des différences entre les divers récifs frangeants.

Ainsi, l'extension, à l'Holocène, de la zone construite, avec peuplements coralliens et algaires (Corallinacées) est-elle plus grande sur la côte sud-est que sur la côte sud-ouest, en raison de l'hydrodynamisme plus élevé, mais aussi très certainement de l'étroitesse de la plate-forme d'établissement.

L'extension, à l'Holocène et au Pléistocène, des zones d'accumulation dépend de facteurs écologiques (dominance des herbiers et algues ou de certains peuplements; intensité de la bioérosion) et hydrodynamiques (démantèlement).

- Une évolution des assemblages au cours d'une même période de temps, en relation avec la topographie de la surface préexistante, l'extension des platiers et l'hydrodynamisme. Plusieurs communautés se sont succédées au cours de l'Holocène, mais aussi du Pléistocène, en fonction des facteurs contrôlant l'édification récifale.

A l'Holocène, sur les côtes sud-ouest, est et nord, on observe à la base des unités récifales des débris variés, alors qu'au sommet ce sont en majorité des débris coralliens.

Au Pléistocène, sur la côte sud-est, on perçoit une très nette évolution des peuplements, en relation avec l'hydrodynamisme, les substrats, ... (relatifs à la progradation des récifs).

c/ Diagenèse :

L'étude des ciments et de la porosité autorise plusieurs constatations (tableau 23) :

- Répartition différente dans le temps : dans l'unité récifale d'âge pléistocène, trois phases majeures de cimentation ont été mises en évidence :

- Ciments marins précoces (immersion) ;
- Ciments d'eaux douces (émersion) ;
- Ciments marins tardifs (réimmersion)

Dans l'unité récifale, d'âge holocène, une seule phase de cimentation a été reconnue : ciments marins (immersion en zone subtidale).

- Répartition différente dans l'espace :

• Cas des ciments marins : le degré de lithification précoce est fonction de l'hydrodynamisme, de la taille et de la nature des éléments bioclastiques et de l'intensité de la bioérosion. Sur les côtes exposées aux vents dominants, les récifs sont le siège d'une intense bioérosion et sont particulièrement bien cimentés (nord, est et sud-est de la Grande Terre). Sur les côtes abritées des vents dominants, la bioérosion et la cimentation sont moins intenses ;

• Cas des ciments d'eaux douces : on observe des différences régionales dans l'intensité des phénomènes météoriques, dues aux conditions climatiques locales. Sur la côte sud-est exposée aux alizés, les dissolutions, les remplacements minéralogiques et les cimentations d'eaux douces dominent dans tous les récifs pléistocènes. Sur la côte ouest abritée des vents dominants, la dissolution est sélective, les remplacements minéralogiques ne

sont pas systématiques, les ciments marins et les ciments d'eaux douces coexistent et la porosité reste élevée, même si elle a tendance à décroître avec la profondeur en forage.

II/ Les variations relatives du niveau marin :

a/ La croissance récifale :

Elle dépend de nombreux facteurs tels que les variations eustatiques et le couple profondeur / éclaircissement. Des stades de transgression (faciès construits) puis de stabilisation (établissement de communautés algaires associées à des gastéropodes Vermetidés et à des sédiments piégés) du niveau marin peuvent être reconnus sur les différentes côtes.

Les stratégies varient en fonction de l'âge de l'établissement récifal :

- Les récifs précocement établis (vers 7000 ans BP) montrent très nettement 3 phases de croissance ;

- Les récifs tardivement établis (vers 5000 ans BP) ne permettent d'en différencier que 2.

b/ Les variations relatives du niveau marin au cours du Quaternaire et leur relation avec la tectonique :

De multiples marqueurs signalent le niveau marin (en surface, les encoches, les terrasses émergées, les plate-formes d'abrasion ; en subsurface, les discontinuités et certaines associations d'organismes). Ils ont permis d'étudier ses variations relatives, contrôlées par les variations eustatiques et les mouvements tectoniques :

1/ lors du haut niveau marin pléistocène plus haut que l'actuel (+6,0 m il y a 120000 ans BP), se sont établis des édifices coralliens, recoupés en forages dans la région de Yaté et de Nouméa (et très certainement présents dans ceux de la côte ouest, étude en cours). Par contre, dans les récifs des côtes est et nord, le Pléistocène est absent en raison : d'une érosion complète ; ou d'une lacune de sédimentation ; ou encore d'un taux de subsidence tel que les édifices pléistocènes sont profondément immergés (le taux de subsidence étant par contre très faible sur la côte ouest). Parmi les différentes hypothèses émises, c'est cette dernière que nous avons retenue.

2/ Lors de la transgression holocène, l'installation des édifices récifaux s'est produite avec un déphasage entre les différentes côtes en raison des conditions locales (tectoniques ou autres).

3/ Au cours de l'Holocène, un haut niveau marin (+1,0 à +2,0 m) vers 5500 ans BP a creusé des encoches dans la terrasse récifale de la région de Yaté, et participé à la formation de "beach-rocks" et de plages. L'existence de ce haut niveau, reconnue dans le Pacifique sud-ouest, serait causée par des réajustements géodynamiques de la lithosphère consécutifs à la transgression holocène.

BIBLIOGRAPHIE

- ABEL K.M. & DREW E.A. (1985). - Response of *Halimeda* metabolism to various environmental parameters. *Proc. fifth int. Coral Reef Congr.*, Tahiti, 1985, 5 : 21-26.
- ADAMS C.G. (1970). - A reconsideration of the East Indian letter classification of the Tertiary. *Geol. Bull.*, 19(3) : 85-137.
- ADEY W.H. (1978). - Coral reef morphogenesis : a multidimensional model. *Science*, 202 : 831-837.
- AISSAOUI D.M. (1986). - Diagenèse carbonatée en domaine récifal. *Thèse Doct. Sci. Univ. Paris-Sud* : 369 p.
- AISSAOUI D.M., PURSER B.H. (1985). - Diagenèse récifale : la cimentation dans l'atoll de Mururoa (Polynésie française). *Proc. fifth int. Coral Reef Congr.*, Tahiti, 1985, 3 : 257-262.
- AISSAOUI D.M., PURSER B.H. (1986). - La cimentation dans les récifs : principe de cimentation maximale. *C. R. Acad. Sci.*, Paris, (II), 303(4) : 301-303.
- ALEXANDERSSON T. (1972-a). - Micritization of carbonate particles : processes of precipitation and dissolution in modern shallow-marine sediments. *Bull. geol. Instn. Univ. Upsala*, (n.s.), 3(7) : 201-236.
- ALEXANDERSSON T. (1972-b). - Intergranular growth of marine aragonite and Mg-calcite : evidence of precipitation from supersaturated seawater. *J. sediment. Petrology*, 42(2) : 441-460.
- ALLOUC J. (1985). - Etudes sur la genèse et la signification paléohydrologique des encroûtements sous-marins de Méditerranée. *Thèse Doct. d'état*, Nancy.
- APOSTOLESCU V. (1967). - Détermination des ostracodes de la mission Singer-Polignac en Nouvelle-Calédonie. *Expéd. fr. sur les récifs coralliens de la Nouvelle-Calédonie*, Paris, Fond. Singer -Polignac (ed.), 2 : 121-125.
- ARNOULD A. (1958). - Etude géologique de la partie Nord-Est de la Nouvelle-Calédonie. *Thèse Doct. Univ. Paris* : 1-450.
- AUBOUIN J., MATTAUER M. & ALLEGRE C. (1977). - La couronne ophiolitique périaustralienne : un charriage océanique représentatif des stades précoces de l'évolution alpine. *C. R. Acad. Sci.*, Paris, (D), 285 : 953-956.
- AVIAS J. (1953). - Variations des lignes de rivage en Nouvelle-Calédonie. *Actes du IVème Congrès INQUA*, Rome : p. 3.
- AVIAS J. (1959). - Les récifs coralliens de Nouvelle-Calédonie et quelques-uns de leurs problèmes. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (1), 7 : 424-430.
- AVIAS J. & COUDRAY J. (1965). - Sur la présence d'éolianites en Nouvelle-Calédonie. *C. R. somm. Soc. géol. Fr.*, 10 : 327-328.
- AVIAS J. & COUDRAY J. (1967). - Premiers enseignements apportés par un forage réalisé dans le récif barrière de la côte Ouest de la Nouvelle-Calédonie. *C. R. Acad. Sci.*, Paris, (D), 265 : 1867-1869.
- BALTZER F. (1970). - Datation absolue de la transgression holocène sur la côte Ouest de la Nouvelle-Calédonie sur des échantillons de tourbes à palétuviers. Interprétation néotectonique. *C. R. Acad. Sci.*, Paris, (D), 271 : 2251-2254.

- BALTZER F. (1982). - Géodynamique de la sédimentation et diagenèse précoce en domaine ultrabasique - Nouvelle-Calédonie. *Trav. Doc. ORSTOM*, 152 : 283 p.
- BALTZER F. & TRESCASES J.J. (1971). - Erosion, transports et sédimentation liés aux cyclones tropicaux dans les massifs d'ultrabasites de Nouvelle-Calédonie. Première approche du bilan général de l'altération, de l'érosion et de la sédimentation sur péridotite en zone tropicale. *Cah. ORSTOM*, sér. Géol, 3(2) : 221-244.
- BARKER R.W. (1960). - Taxonomic notes on the species figured by H. B. Brady in this report on the scientific results of the voyage of H.M.S. Challenger during 1873-76. *Soc. econom. Paleont. Mineral*, spec. publ, 9.
- BATHURST R.G.C. (1966). - Boring algae, micrite envelopes and lithification of molluscan biosparites. *Geol. J.*, 5 : 15-32.
- BATHURST R.G.C. (1971). - Carbonate sediments and their diagenesis. *Developments in Sedimentology*, Elsevier Publishing Co. (ed.), 12 : 620 p.
- BATTISTINI R., GAYET J., JOUANNIC C., LABRACHERIE M., PEYPOUQUET J.P., PUJOL C., PUJOS-LAMY A. & TURON J.L. (1976). - Etude des sédiments et de la microfaune des îles Glorieuses (canal de Mozambique). *Cah. ORSTOM*, sér. Géol, 8(2) : 147-171.
- BATTISTINI R., BOURROUILH F., CHEVALIER J.P., COUDRAY J., DENIZOT M., FAURE G., FISHER J.C., GUILCHER A., HARMELIN-VIVIEN M., JAUBERT J., LABOREL J., MASSE J.P., MAUGE L.A., MONTAGGIONI L., PEYROT-CLAUDE M., PICHON M., PLANTE R., PLAZIAT J.C., PLESSIS Y.B., RICHARD G., SALVAT B., THOMASSIN B.A., VASSEUR P. & WEYDERT P. (1975). - Eléments de terminologie récifale indopacifique. *Tethys*, 7(1) : 1-111.
- BENSON R. H. (1964). - Recent marine Podocopid and Platycopid Ostracodes of the Pacific. *Publ. Staz. zool. Napoli*, suppl, 33 : 387-420.
- BENZECRI J.P. (1973). - *L'analyse des données. L'analyse des correspondances*. Dunod (ed.), Paris : 619 p.
- BERNAT M., LAUNAY J. & RECY J. (1976). - Datation à l'ionium de quelques formations coralliennes émergées de Nouvelle-Calédonie et des îles Loyauté. *C. R. Acad. Sci., Paris*, (D), 282(1) : 9-12.
- BLANC J.J. (1978). - Méthodes d'études quantitatives des sédiments. *U.E.R. des sciences de la mer et de l'environnement*, Faculté de Luminy, Marseille : 70 p.
- BLANC J.J., BLANC F. & BECKER B. (1980). - Evolution d'une séquence détritique et carbonatée au Turonien (Cassis-La Ciotat). Application de l'analyse factorielle des correspondances. *Tethys*, 9(4) : 415-432.
- BLANC-VERNET L. (1969). - Contribution à l'étude des foraminifères de Méditerranée. *Rec. Trav. Stat. mar. Endoume*, 48 : 3-281.
- BLOOM A.L. (1969). - Holocene submergence in Micronesia as standard for eustatic sea level changes. *Quaternaria*, 12 : 145-154.
- BLOOM A.L., BROECKER W.S., CHAPPELL J.M.A., MATTHEWS R.K. & MESOLELLA K.J. (1974). - Quaternary sea-level fluctuations on a tectonic coast : new Th230 / U234 dates from the Huon Peninsula, New Guinea. *Quaternary Research*, 4 : 185-205.
- BOEKSCHOTEN G.J. (1966). - Shell borings of sessile epibiontic organisms as palaeoecological guides (with examples from the Dutch coast). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 2(4) : 333-379.
- BOICHARD R., BUROLLET P.F., LAMBERT B. & VILLAIN J.-M. (1985). - La plateforme carbonatée du Pater Noster, est de Kalimantan (Indonésie). Etude sédimentologique et écologique. *Notes et mémoires Total CFP*, 20 : 103 p.

- BONADUCE G., CILIBERTO B., MINICHELLI G., MASOLI M. & PUGLIESE N. (1983). - The Red Sea benthic ostracodes and their geographical distribution. *Proc. of the eighth int. Symposium on Ostracoda* : 472-491.
- BONADUCE G., MASOLI M., MINICHELLI G. & PUGLIESE N. (1980). - Some new benthic marine ostracod species from the Gulf of Aqaba (Red Sea). *Boll. Soc. Paleont. it.*, 19(1) : 143-178.
- BONADUCE G., MASOLI M. & PUGLIESE N. (1976). - Ostracoda from the Gulf of Aqaba (Red Sea). *Publ. Staz. zool. Napoli*, 40 : 372-428.
- BOSENCE D. (1985). - Preservation of coralline-algal reef frameworks. *Proc. fifth int. Coral Reef Congr.*, Tahiti, 1985, 6 : 623-628.
- BOSS S.K. & LIDDELL W.D. (1987). - Patterns of sediment composition of Jamaican fringing reef facies. *Sedimentology*, 34 : 77-87.
- BOUCHARD P. (1986). - Un modèle de talus carbonaté d'origine récifale : exemple du complexe cénomanien de Cassis-La Bédoule (sud-est de la France). Stratigraphie, sédimentologie, diagenèse. *Thèse Doct. Sci. Univ. Provence*, 516 p. + annexes.
- BOUCHON C. (1981). - Quantitative study of the scleractinian coral communities of a fringing reef of Réunion Island (Indian Ocean). *Marine Ecology, Progress ser.*, 4 : 237-288.
- BRADY G. S. (1890). - On Ostracoda collected by H. B. Brady Esq., LL. D., F.R.S., in the South Sea Islands. *Trans. roy. Soc. Edinburgh*, 35(2) : 489-525.
- BRADY H. B. (1884). - Report on the Foraminifera dredged by H.M.S. Challenger during the years 1873-76. *Report on the scientific results of the exploring voyage of H.M.S. Challenger*, Zoology, 9 : 1-814 ; 115 pl.
- BUIGUES D. (1982). - Sédimentation et diagenèse des formations carbonatées de l'atoll de Mururoa (Polynésie française). *Thèse Doct. 3ème cycle Univ. Orsay* : 309 p.
- BUIGUES D. (1985). - Principal facies and their distribution at Mururoa atoll (French Polynesia). *Proc. fifth int. Coral Reef Congr.*, Tahiti, 1985, 3 : 249-255.
- BURGESS C.J. (1983). - Quaternary pisoids of Lau, Fidji. In : PERYT T.M. (ed.) : *coated grains*, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg : 488-502.
- CABIOCH G. (1984). - Etude paléocéologique et sédimentologique du forage NC.14.OU. (Ensemble récifal de la côte sud-est de la Nouvelle-Calédonie). *D.E.A. Univ. Aix-Marseille I* : 50 p. (inédit).
- CABIOCH G., ANGLADA R. & BABINOT J.F. (1986). - Microfaunes et paléoenvironnements des récifs frangeants quaternaires de Mamié et Ricaudy (Nouvelle-Calédonie). *Cah. Micropaléontol.*, (n.s.), 1(1-2) : 5-36.
- CABIOCH G., PHILIP J., MONTAGGIONI L., THOMASSIN B.A. & LECOLLE J. (1985). - First sedimentological and palaeocological results from a drill-hole through a fringing coral reef, S.E. of New Caledonia : evidence of the Holocene-Pleistocene discontinuity. *Proc. fifth int. Coral Reef Congr.*, Tahiti, 1985, 6 : 569-573.
- CABIOCH J. (1972). - Etude sur les Corallinacées. II : la morphogenèse : conséquences systématiques et phylogénétiques. *Cah. Biol. mar.*, 12 : 137-288.
- CARBONEL P. (1980). - Les ostracodes et leur intérêt dans la définition des écosystèmes estuariens et de plate-forme continentale. Essais d'application à des domaines anciens. *Mém. Inst. Geol. Bassin d'Aquitaine*, 11 : 1-350.

- CARROUE J.P. (1971-a). - Carte et notice explicative de la carte géologique de la Nouvelle-Calédonie à l'échelle du 1 : 50000 : feuille de Hienghène. *Bureau Rech. géol. min.*
- CARROUE J.P. (1971-b). - Carte et notice explicative de la carte géologique de la Nouvelle-Calédonie à l'échelle du 1 : 50000 : feuille de Pouébo. *Bureau Rech. géol. min.*
- CARTER R.M. & JOHNSON D.P. (1986). - Sea-level controls on the post-glacial development of the Great Barrier Reef, Queensland. *Mar. Geol.* 71 : 137-164.
- CHAFFETZ H.S. (1986). - Marine peloids : a product of bacterially induced precipitation of calcite. *J. sediment Petrology*, 56(6) : 812-817.
- CHAPPELL J., CHIVAS A., WALLENSKY E., POLACH H.A. & AHARON P. (1983). - Holocene palaeo-environmental changes, central to north Great Barrier reef inner zone. *BMR J. austr. Geol. Geophysics*, 8(3) : 223-235.
- CHAPPELL J., RHODES E.G., THOM B.G. & WALLENSKY E. (1982). Hydroisostasy and the sea-level isobase of 5500 years BP in North Queensland, Australia. *Mar. Geol.* 49 : 81-90.
- CHEVALIER J.P. (1971). - Les scléractiniaires de la Mélanésie française (Nouvelle-Calédonie, îles Chesterfield, îles Loyauté, Nouvelles-Hébrides). Première partie. *Expéd. fr. sur les récifs coralliens de la Nouvelle-Calédonie*, Paris, Fond. Singer -Polignac (ed.), 5 : 307 p.
- CHEVALIER J.P. (1973). - Coral reefs of New Caledonia. *Biology and Geology of Coral Reefs*, 1 : 143-167.
- CHEVALIER J.P. (1975). - Les scléractiniaires de la Mélanésie française (Nouvelle-Calédonie, îles Chesterfield, îles Loyauté, Nouvelles-Hébrides). Deuxième partie. *Expéd. fr. sur les récifs coralliens de la Nouvelle-Calédonie*, Paris, Fond. Singer -Polignac (ed.), 7 : 407 p.
- CHEVALIER J.P., COUDRAY J. & GONORD H. (1971). - Sur la présence de coraux dans l'Eocène C de Nouvelle-Calédonie. *C. R. Acad. Sci.*, Paris, (D), 272 : 1972-1974.
- CHOI D.R. (1982). - Quaternary reef foundations in the southernmost Belize shelf, British Honduras. *Proc. fourth int. Coral Reef Symp.*, Manila, 1981, 1 : 635-642.
- CHOQUETTE P.W. & TRUSELL F.C. (1978). - A procedure for making the Titan-yellow stain for Mg-calcite permanent. *J. sediment. Petrology*, 48(2) : 639-641.
- COLLOT J.Y., MISSEGUE F. & MALAHOFF A. (1982). - Anomalies gravimétriques et structure de la croûte dans la région de la Nouvelle-Calédonie : enracinement des péridotites. In : équipe de Géologie-Géophysique ORSTOM Nouméa : contribution à l'étude géodynamique du Sud-Ouest Pacifique, *Trav. Doc. ORSTOM*, 147 : 549-564.
- COLLOT J.Y. & MISSEGUE F. (1977). - Gravity measurements in Loyalty archipelago, southern New Caledonia and the isle of Pines. *International Symposium on Geodynamics in South-West Pacific*, Nouméa, 1976, Technip (éd.) : 125-134.
- COUDRAY J. (1968). - Données préliminaires sur la valeur des croûtes calcaires en tant que niveau-repère dans la stratigraphie du Quaternaire de Nouvelle-Calédonie. Hypothèses relatives à leur âge. *C. R. somm. Soc. géol. Fr.*, fasc. 9 : 307-308.
- COUDRAY J. (1969). - Observations nouvelles sur les formations miocènes et post-miocènes de la région de Népoui (Nouvelle-Calédonie) : précisions lithologiques et preuves d'une tectonique "récente" sur la côte sud-ouest de ce territoire. *C. R. Acad. Sci.*, Paris, (D), 269 : 1599-1602.
- COUDRAY J. (1971). - Nouvelles données sur la nature et l'origine du complexe récifal côtier de la Nouvelle-Calédonie. Etude sédimentologique et paléocéologique préliminaire d'un forage réalisé dans le récif barrière de la côte S.W. *Quaternary Research*, 1(2) : 236-246.

- COUDRAY J. (1976). - Recherches sur le Néogène et le Quaternaire marins de la Nouvelle-Calédonie. Contribution de l'étude sédimentologique à la connaissance de l'histoire géologique post-Eocène de la Nouvelle-Calédonie. *Expéd. fr. sur les récifs coralliens de la Nouvelle-Calédonie*, Paris, Fond. Singer-Polignac (ed.), 8 : 1-276.
- COUDRAY J. (1977). - Recherches sur le Quaternaire marin de la Nouvelle-Calédonie : contribution à l'étude des récifs coralliens et des éolianites associées à la reconstitution de l'histoire climatique et structurale. *Bull. Assoc. fr. Etud. Quaternaire*, suppl., 50 : 331-340.
- COUDRAY J. (1982). - Les récifs coralliens de la Nouvelle-Calédonie : état des connaissances et perspectives de recherche. *Mém. Géol. Univ. Dijon*, 7 : 63-72.
- COUDRAY J. & DELIBRIAS G. (1972). - Variations du niveau marin au-dessus de l'actuel en Nouvelle-Calédonie depuis 6000 ans. *C. R. Acad. Sci.*, Paris, (D), 275 : 2623-2626.
- COUDRAY J. & CUSSEY R. (1973). - Analyse des conditions de dépôt de la série récifale plioquaternaire traversée par le sondage Ténia (côte S.W. de la Nouvelle-Calédonie). *C. R. Acad. Sci.*, Paris, (D), 277 : 1977-1980.
- COUDRAY J. & MARGEREL J.P. (1974). - Les foraminifères de la série récifale traversée par le sondage Ténia (côte sud-ouest de Nouvelle-Calédonie). *C. R. Acad. Sci.*, Paris, (D), 279 : 231-234.
- COUDRAY J. & MASSIEUX M. (1974). - Premières données d'une étude des algues calcaires de la série quaternaire traversée par le sondage Ténia (côte S.W. de la Nouvelle-Calédonie). *C. R. somm. Soc. géol. France*, 2 : 227-230.
- COUDRAY J. & MONTAGGIONI L.F. (1986). - The diagenetic products of marine carbonate as sea-level indicators. In : VAN de PLASSCHE O. (ed.) : *Sea-level Research : a manual for the collection an evaluation of data* : 311-360.
- COUDRAY J., THOMASSIN B.A. & VASSEUR P. (1985). - Géomorphologie comparée des récifs barrières de Nouvelle-Calédonie et de Mayotte. *Proc. fifth int. coral reef Congr.*, Tahiti, 1985, 6 : 427-432.
- CULLIS G.C. (1904). - The mineralogical changes observed in the cores of the Funafuti borings. *Roy. Soc. London* : 392-420.
- DANIEL J., DUGAS F., DUPONT J., JOUANNIC C., LAUNAY J., MONZIER M. & RECY J. (1976). - La zone charnière de Nouvelle-Calédonie - ride de Norfolk (SW Pacifique). Résultats de dragages et interprétation. *Cah. ORSTOM*, sér. Géol., 8(1) : 95-105.
- DAVIES P.J. (1986). - *Halimeda* bioherms and *Halimeda* biostromes - low energy accumulations in the Great Barrier reef. *Int. Soc. for Reef Studies, annual meeting*, Marburg, abstracts : p. 13.
- DAVIES P.J. & HOPLEY D. (1983). - Growth facies and growth rates of Holocene reefs in the Great Barrier Reef. *BMR J. aust. Geol. Geophys.*, 8(3) : 237-251.
- DAVIES P.J. & MARSHALL J.F. (1979). - Aspects of Holocene reef growth - Substrate age and accretion rate. *Search*, 10(7/8) : 276-279.
- DAVIES P.J., MARSHALL J.F., FOULSTONE D., THOM B.G., HARVEY N., SHORT A.D. & MARTIN K. (1977). - Reef growth, southern Great Barrier reef. Preliminary results. *BMR J. austr. Geol. Geophys.*, 2 : 69-72.
- DAVIES P.J., MARSHALL J.F. & HOPLEY D. (1985). - Relationships between reef growth and sea level in the Great Barrier Reef. *Proc. fifth int. coral reef Congr.*, Tahiti, 1985, 3 : 95-103.
- DAVIES P.J. & MONTAGGIONI L.F. (1985). - Reef growth and sea-level change : the environmental signature. *Proc. fifth int. coral reef Congr.*, Tahiti, 1985, 3 : 477-511.

- DAVIS W.M. (1925). - Les côtes et les récifs coralliens de Nouvelle-Calédonie. *Ann. Géogr.*, 34(191) : 244-269, 332-359, 423-441, 521-558.
- DEBENAY J.P. (1985-a). - Sédimentologie et thanatocoenoses des foraminifères de grande taille dans le lagon Sud-Ouest et sur la marge insulaire de Nouvelle-Calédonie. *Thèse Doct. Univ. Aix-Marseille II* : 1-200 ; annexes.
- DEBENAY J.P. (1985-b). - Le lagon sud-ouest et la marge insulaire sud de la Nouvelle-Calédonie : importance et répartition des foraminifères de grande taille. *Océanogr. trop.*, 20(2) : 171-192.
- DEBENAY J.P. (1985-c). - Les genre *Amphistegina* dans le lagon de Nouvelle-Calédonie (S.W. Pacifique). *Rev. Micropaléontol.*, 28(3) : 167-180.
- DEBENAY J.P. (1986). - Un modèle de lagon actuel transposable à des paléoenvironnements récifaux : le lagon sud-ouest de Nouvelle-Calédonie. *C. R. Acad. Sci., Paris (II)*, 303 : 63-66.
- DEBENAY J.P. (1987). - Sedimentology in the Southwestern lagoon of New Caledonia, SW Pacific. *J. coast. Research*, 3(1) : 77-91.
- DONE T.J. (1982). - Patterns in the distribution of coral communities across the central Great Barrier reef. *Coral Reefs*, 1(2) : 95-107.
- DREW E.A. & ABEL K.M. (1985). - Biology, sedimentology and geography of the vast inter-reefal *Halimeda* meadows within the Great Barrier reef province. *Proc. fifth int. coral reef Congr.*, Tahiti, 1985, 5 : 15-20.
- DUBOIS J., LAUNAY J. & RECY J. (1973-a). - Les mouvements verticaux en Nouvelle-Calédonie et aux îles Loyauté et l'interprétation de certains d'entre eux dans l'optique de tectonique des plaques. *Cah. ORSTOM, sér. Géol.*, 5(1) : 3-24.
- DUBOIS J., LAUNAY J. & RECY J. (1973-b). - Emersion de traces de niveaux marins quaternaires dans la région de Nouvelle-Calédonie-Iles Loyauté et tentatives d'explication du phénomène par un bombement de la lithosphère. *Le Quaternaire, géodynamique, stratigraphie et environnement. Trav. récents. C.N.R.S. et Comité national I.N.Q.U.A., Paris* : 163-167.
- DUBOIS J., LAUNAY J. & RECY J. (1974). - Uplift movements in New Caledonia - Loyalty islands area and their plate tectonics interpretation. *Tectonophysics*, 24 : 133-150.
- DUBOIS J., LAUNAY J. & RECY J. (1975). - Some new evidence on lithospheric bulges close to island arcs. *Tectonophysics*, 26 : 189-196.
- DUGAS F. & DEBENAY J.P. (1978-a). - Interférences des failles-flexures littorales et de l'érosion karstique sur les constructions coralliennes : le lagon de Nouvelle-Calédonie. *C. R. Acad. Sci., Paris (D)*, 287 : 1091-1094.
- DUGAS F. & DEBENAY J.P. (1978-b). - Carte sédimentologique et carte annexe du lagon de Nouvelle-Calédonie à 1:50000, feuille Mont-Dore. *ORSTOM, Paris, notice explicative n° 76* : 1-20 ; 2 cartes.
- DUGAS F. & DEBENAY J.P. (1980). - Carte sédimentologique et carte annexe du lagon de Nouvelle-Calédonie à 1:50000, feuille La Tontouta. *ORSTOM, Paris, notice explicative n° 86* : 1-44 ; 2 cartes.
- DUGAS F. & DEBENAY J.P. (1981). - Carte sédimentologique et carte annexe du lagon de Nouvelle-Calédonie à 1:50000, feuille Prony. *ORSTOM, Paris, notice explicative n° 91* : 1-35 ; 2 cartes.
- DUGAS F. & DEBENAY J.P. (1982). - Carte sédimentologique et carte annexe du lagon de Nouvelle-Calédonie à 1:50000, feuille Nouméa. *ORSTOM, Paris, notice explicative n° 95* : 1-45 ; 2 cartes.

- DUGAS F. & LAUNAY J. (1975). - Bibliography of geology and geophysics of New Caledonia. In : KROENKE L.W. & BARDSLEY E. (ed.) : Bibliography of geology and geophysics of the South Pacific. U.N. ESCAP, CCOP/SOPAC, *Tech. Bull.*, 1 : 28-52.
- DUGAS F., VILLE P. & COUDRAY J. (1980). - Etude sismique du lagon Sud-Ouest de la Nouvelle-Calédonie (Sud-Ouest Pacifique). Paléomorphologies successives et comportement au Quaternaire supérieur du littoral de l'île. *C. R. Acad. Sci.*, Paris (D), 290 : 963-966.
- DUNHAM R.J. (1962). - Classification of carbonate rocks according to depositional texture. *Mem. Amer. Assoc. of Petroleum Geologists*, 1 : 108-121.
- DUNHAM R.J. (1971). - Meniscus cement. IN : BRICKER P.O. (ed.) : *carbonate cements*, Johns Hopkins Univ., *Studies in Geology*, 19 : 297-300.
- DUPONT J., LAUNAY J., RAVENNE C. & DE BROIN C.E. (1975). - Données nouvelles sur la ride de Norfolk, sud-ouest Pacifique. *C. R. Acad. Sci.*, Paris (D), 289 : 245-248.
- EMBRY A.S. & KLOVAN J.E. (1971). - A late Devonian reef tract on northeastern bank island, NWT. *Can. Petrol. geol. Bull.*, 19(404) : 730-781.
- EHNY F. (1987). - Sédimentologie et diagenèse précoce en milieu périrécifal : les pentes de quelques îles volcaniques coralliennes ouest-indopacifique : I. Mayotte, Bancs du Geyser-Zélée et du Leven (N.O. canal de Mozambique, Oc. Indien) et I. Chesterfield (Mer de Corail, Oc. Pacifique). *Thèse Doct. Sci. Univ. Aix-Marseille II*, 349 p.
- ESPIRAT J.J. (1963). - Etude géologique des régions de la Nouvelle-Calédonie septentrional (extrémité nord et versant est). *Thèse Doct. Univ. Clermond-Ferrand* : 217 p.
- ESPIRAT J.J. & MILLON R. (1971). - Carte et notice explicative de la carte géologique de la Nouvelle-Calédonie à l'échelle du 1 : 50000 : feuille de Poum. *Bureau Rech. géol. min.*
- ESTEBAN M. (1976). - Vadose pisolite and caliche. *Amer. Assoc. of Petroleum Geologists Bull.*, 60 : 2048-2057.
- FAURE G. (1977). - *Principles of isotope geology*. John Wiley & sons (ed.), New York : 464 p.
- FAURE G. (1982). - Recherche sur les peuplements des sclérectiniaires des récifs coralliens de l'archipel des Mascareignes (Océan Indien occidental). *Thèse Doct. ès Sciences Univ. Aix-Marseille II* : 452 p. et annexes.
- FEDIAEVSKI A. (1963). - Méthode d'étude quantitative des microfaciès calcaires. *Rev. Micropaléont.*, 6(3) : 175-182.
- FENELON J.P. (1981). - *Qu'est-ce que l'analyse des données*. Lefonen (ed.), Paris : 311 p.
- FISHER P.H. (1966). - Ecologie de certains foraminifères du haut niveau sur les côtes du Pacifique. *Bull. Soc. zool. France*, 91 : 295-300.
- FLOOD P.G. & SCOFFIN T.P. (1978). - Reefal sediments of the northern Great Barrier reef. *Phil. Trans. roy. Soc. London*, ser. A, 291 : 55-71.
- FLUGEL E. (1982). - *Microfacies analysis*. Springer-Verlag (ed.), Berlin : 633 p.
- FOLK R.L. (1959). - Practical petrographic classification of limestones. *Amer. Assoc. Geol. Bull.*, 43(1) : 1-38.
- FONTES J.Ch., LAUNAY J., MONZIER M. & RECY J. (1977). - Genetic hypothesis on the ancient and recent reef complexes in New Caledonia. *International Symposium on Geodynamics in South-West Pacific*, Nouméa, 1976, Technip (éd.) : 289-300.
- FREEMAN T. (1971). - Morphology and composition of an Ordovician vadose cement. *Nature phys. Sci.*, 233 : 133-134.

- FRIEDMAN G.M. (1959). - Identification of carbonate minerals by staining methods. *J. sediment Petrology*, 34 : 777-813.
- FRIEDMAN G.M. (1985). - The problem of submarine cement in classifying reefrock : an experience in frustration. In : SCHNEIDERMAN N. & HARRIS P.M. : Carbonate Cements. *Soc. Econom. Paleont. Mineral. spec. publ. 36* : 117-121.
- FRIEDMAN G.M., GEBELEIN C.D. & SANDERS J.E. (1971). - Micritic envelopes of carbonate grains are not exclusively of photosynthetic algal origin. *Sedimentology*, 16 : 89-96.
- FRIMIGACCI D. (1970). - Fouilles archéologiques à Vatcha (près de Vao), Ile des Pins. *Bull. Soc. Et. mélan.*, n° 21-25 : 11-22.
- FROGET C. (1974). - Essai sur la géologie du précontinent de la Provence occidentale. *Thèse de Doct. Univ. Aix-Marseille II*, CNRS A.O. n° 9387 : 219 p.
- FUTTERER D.K. (1974). - Significance of the boring sponge *Cliona* for the origin of fine grained material of carbonate sediments. *J. sediment Petrology*, 44(1) : 79-84.
- GABRIE C. (1982). - Sédimentologie de quelques récifs coralliens frangeants de la Mer Rouge et de l'Océan Indien occidental. Traitement mathématique des données. *Thèse 3ème cycle Univ. Aix-Marseille II* : 128 p.
- GABRIE C. & MONTAGGIONI L. (1982). - Sedimentary facies from the modern coral reefs, Jordan Gulf of Aqaba, Red Sea. *Coral reefs*, 1(2) : 115-124.
- GAMBINI A. (1959). - Sur la composition de quelques sables coquilliers à foraminifères des lagons de la Nouvelle-Calédonie. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 1 : 431-433.
- GAVEN C. & BOURROUILH F. (1981). - Géochronologie (230TH - 234U - 238U), sédimentologie et néotectonique des faciès récifaux pléistocènes à Maré, archipel des Loyauté, SW Pacifique. *Océanis*, 7(4) : 347-365.
- GAVEN C., LAUNAY J. & BERNAT M. (1979). - Datation de coraux dans le Sud-Ouest Pacifique par la méthode ionium-uranium : néotectonique de l'île des Pins (Nouvelle-Calédonie). *C. R. Acad. Sci., Paris, (D)*, 289 : 765-768.
- GEISTER J. (1983). - Holozäne westindische Korallenriffe : Geomorphologie, ökologie und Fazies. *Facies*, 9 : 173-284.
- GEISTER J. (1984). - Géomorphologie, écologie et faciès des récifs actuel des Caraïbes : conséquences pour l'interprétation des récifs fossiles. In : GEISTER J. & HERB R. (ed.) : *géologie et paléoécologie des récifs*, Inst. Géol. Berne : 1.1-1.14.
- GINSBURG R.N. (1983). - Geological and biological roles of cavities in coral reefs. IN : BARNES D.J. (ed.) : *perspectives on coral reef*. Australian Institute of marine Sciences, Townsville : 148-153.
- GIVEN R.K. & WILKINSON B.H. (1985). - Kinetic control of morphology, composition, and mineralogy of abiotic sedimentary carbonates. *J. sediment Petrology*, 55(1) : 109-119.
- GLENN C., Mc MANUS J.W., ALINO P.M., TALAUE L.L. & BANZON V.F. (1982). - Distributions of live foraminifers on a portion of Apo Reef, Mindoro, Philippines. *Proc. fourth int. Coral Reef Symp.*, Manila, 1981, 2 : 775-780.
- GOMEZ E.D., ALCALA A.C., YAP H.T., ALCALA L.C. & ALINO P.M. (1985). - Growth studies of commercially important scleractinians. *Proc. fifth int. coral reef Congr.*, Tahiti, 1985, 6 : 199-204.
- GONORD H. (1977). - Recherches sur la géologie de la Nouvelle-Calédonie : sa place dans l'ensemble structural du Pacifique Sud-Ouest. *Thèse Doct. Univ. Montpellier* : 1-341.

- GONORD H. & TRESCASES J.J. (1970). - Observations nouvelles sur la formation postmiocène de Mueo (côte ouest de la Nouvelle-Calédonie). Conséquences paléogéographiques et structurales. *C. R. Acad. Sci., Paris, (D)*, 270 : 584-587.
- GONORD H., SAOS J.L. & LEGUERE J. (1972). - Note préliminaire sur la présence de décrochements en Nouvelle-Calédonie centrale. *C. R. Acad. Sci., Paris, (D)*, 277 : 1841-1844.
- GREKOFF N. & GUBLER Y. (1951). - Données complémentaires sur les terrains tertiaires de la Nouvelle-Calédonie. *Rev. Inst. fr. Pétrole*, 6(8) : 283-293.
- GUILCHER A. (1965). - Grand récif sud. Récifs et lagons de Tuo (Nouvelle-Calédonie). *Expéd. fr. sur les récifs coralliens de la Nouvelle-Calédonie*, Paris, Fond. Singer -Polignac (ed.), 1 : 137-240.
- GUILLAUME A. (1977). - *Introduction à la géologie quantitative*. Masson (ed.), Paris : 200 p.
- GUILLOIN J.H. (1975). - Les massifs péridotitiques de Nouvelle-Calédonie : type d'appareil ultrabasique stratiforme de chaîne récente. *Mém. ORSTOM*, 76 : 1-120.
- GVIRTZMAN G. & FRIEDMAN G.M. (1977). - Sequence of progressive diagenesis in coral reefs. In Frost S. H., Weiss M. P. & Saunders J. B. (ed.). *Reefs and related carbonates. Ecology and sedimentology. Amer. Assoc. of Petroleum Geologists, studies in Geology*, 4 : 357-380.
- HALLOCK P. & GLENN E.C. (1986). - Larger foraminifera : a tool for paleoenvironmental analysis of Cenozoic carbonate depositional facies. *Palaïos*, 1 : 55-64.
- HALLOCK P. & SCHLAGER W. (1986). - Nutrient excess and the demise of coral reefs and carbonate platforms. *Palaïos*, 1 : 389-398.
- HARRISON R.S. (1975). - Porosity in Pleistocene grainstones from Barbados : some preliminary observations. *Bull. can. Petroleum Geol.*, 23(3) : 383-392.
- HARRISON R.S. (1977). - Caliche profiles : indicators of near-surface subaerial diagenesis, Barbados, West Indies. *Bull. can. Petroleum Geol.*, 25(1) : 123-173.
- HARRISON R.S., COOPER L.D. & CONIGLIO M. (1984). - Late Pleistocene carbonates of the Florida keys. In : CSPG core conference, "Carbonates in subsurface and outcrop". *Can. Soc. Petroleum Geologists*, Calgary, Alberta : 291-306.
- HARRISON R.S. & STEINEN R.P. (1978). - Subaerial crusts, caliche profiles, and breccia horizons : comparison of some Holocene and Mississippian exposure surfaces, Barbados and Kentucky. *Geol. Soc. amer. Bull.*, 89 : 385-396.
- HARTMANN G. (1964). - Zur Kenntnis der Ostracoden des Roten Meeres. *Kieler Meeresforsch.*, 20 : 35-127.
- HARTMANN G. (1974). - Zur Kenntnis des Eulitorals der afrikanischen Westküste zwischen Angola und Kap der Guten Hoffnung und der afrikanischen Ostküste von Südafrika und Mocambique unter besonderer Berücksichtigung der Polychaeten und Ostracoden. Teil III : Die Ostracoden des Untersuchungsgebiets. *Mitt. hamb. zool. Mus. Inst.*, 69 : 229-520.
- HARTMANN G. (1978). - Zur Kenntnis des Eulitorals der australischen Küsten unter besonderer Berücksichtigung der Polychaeten und Ostracoden. Teil I : die Ostracoden der Ordnung Podocopida G. W. Müller, 1894 der tropisch-subtropischen Westküste Australiens (Zwischen Derby und Perth im Süden). *Mitt. hamb. zool. Mus. Inst.*, 75 : 64-219.
- HARTMANN G. (1981). - Die Ostracoden der Ordnung Podocopida G. W. Müller, 1894 der subtropisch-tropischen Ostküste Australiens (zwischen Eden im Süden und Heron-Island im Norden). *Mitt. hamb. zool. Mus. Inst.*, 78 : 97-149.

- HARTMANN G. (1984). - Zur Kenntnis der Ostracoden der polynesischen Inseln Huahiné (Gesellschaftsinseln) und Rangiroa (Tuamotu-Inseln). *Mitt. hamb. zool. Mus. Inst.*, 81 : 117-169.
- HARTMANN G. & PURI G.S. (1974). - Summary of neontological and paleontological classification of Ostracoda. *Mitt. hamb. zool. Mus. Inst.*, 70 : 7-73.
- HARVEY N. & HOPLEY D. (1982). - The relationship between modern reef morphology and a pre-Holocene substrate in the Great Barrier Reef province. *Proc. fourth int. coral reef Congr.*, Manila, 1981, 1 : 549-554.
- HARVEY N., DAVIES P.J. & MARSHALL J.F. (1979). - Seismic refraction - a tool for studying coral reef growth. *BMR J. austr. Geol. Geophysics*, 4 : 141-147.
- HENRICH R. & WEFER G. (1986). - Dissolution of biogenic carbonates : effects of skeletal structures. *Mar. Geol.*, 71 : 341-362.
- HOLDEN J.C. (1976). - Late Cenozoic Ostracoda from Midway Island drill-holes. *U.S. Geol. Survey, Prof. Paper* 680-F : 1-43.
- HOOK J.E., GOLUBIC S. & MILLIMAN J.D. (1984). - Micritic cement in microborings is not necessarily a shallow-water indicator. *J. sediment. Petrology*, 54(2) : 425-431.
- HOPLEY D. (1982). - *The geomorphology of the Great Barrier Reef : Quaternary development of coral reefs*, J. Wiley & sons (ed.) : 1-453.
- HOPLEY D. (1983). - Deformation of the north Queensland continental shelf in the late Quaternary. In : *shorelines and isostasy*, Inst. british Geogr. : 347-366.
- HOPLEY D. & BARNES R. (1985). - Structure and development of a windward fringing reef, Orpheus Island, Palm Group, Great Barrier Reef. *Proc. fifth int. coral reef Congr.*, Tahiti, 1985, 3 : 141-146.
- HOPLEY D., McLEAN R.F., MARSHALL J. & SMITH A.S. (1978). - Holocene-Pleistocene boundary in a fringing reef : Hayman Island, north Queensland. *Search*, 9 (8-9) : 323-325.
- HOPLEY D., SLOCOMBE A.M., MUIR F. & GRANT C. (1983). - Nearshore fringing reefs in north Queensland. *Coral Reefs*, 1 : 151-160.
- HOPLEY D. & THOM B.G. (1983). - Australian sea levels in the last 15000 years : a review. In : HOPLEY D. (ed.) : *australian sea levels in the last 15000 years : a review*. Department of Geography, James Cook Univ. of N. Queensland, Monogr. Ser., occasional pap. 3 : 3-26.
- HOTTINGER L. (1980). - Répartition comparée des grands foraminifères de la Mer Rouge et de l'Océan Indien. *Ann. Univ. Ferrara*, 9(6) : 1-13.
- HUBBARD J.A.E.B. (1983). - The plain man's guide to enigmatic coral reef. *Mercian Geologist*, 9(1) : 1-30.
- HUMBERT L. (1976). - *Eléments de pétrologie dynamique des systèmes calcaires*. Technip (ed.), Paris, 413 p.
- HUTCHINGS P.A. (1986). - Biological destruction of coral reefs. *Coral Reefs*, 4 : 239-252.
- HUTTEAU J. (1970). - Méthodes d'étude quantitative des microfaciès. *Trav. Lab. Paléontologie Univ. Paris*, 71 p.
- JAMES N.P. (1972). - Holocene and Pleistocene calcareous crust (caliche) profiles : criteria for subaerial exposure. *J. sediment. Petrology*, 42(4) : 817-836.
- JAMES N.P. (1974). - Diagenesis of scleractinian corals in the subaerial vadose environment. *J. Paleontol.*, 48 : 785-799.

- JAMES N.P. & GINSBURG R.N. (1979). - *The seaward margin of Belize barrier and atoll reefs. Morphology, sedimentology, organism distribution and late Quaternary history.* Special publ. n°3 of the international Association of Sedimentologists. Blackwell scientific publ., Oxford: 191 p.
- JAMES N.P., GINSBURG R.N., MARSZALEK D.S. & CHOQUETTE P.W. (1976). - Facies and fabric specificity subsea cements in shallow Belize (British Honduras) reefs. *J. sediment. Petrology*, 46(3): 523-544.
- JOANNOT P., THOMASSIN B.A. & MAGNIER Y. (1983). - Coral banks in muddy environments in the New Caledonian S.W. lagoon. *Int. Soc. for Reef Studies, colloque annuel*, Nice: abstract.
- JONHSON D.P., CUFF C. & RHODES E. (1984). - Holocene reef sequences and geochemistry, Britomart Reef, Central Great Barrier Reef, Australia. *Sedimentology*, 31: 515-529.
- JOHNSON D.P. & RISK M.J. (1987). - Fringing reef sequences and geochemistry, Britomart Reef, central Great Barrier Reef, Australia. *Sedimentology*, 31: 515-529.
- JOHNSON J.H. (1961). - *Limestone-building algae and algal limestones.* Colorado School of Mines, 297 p.
- KAHLE C.F. (1977). - Origin of subaerial Holocene calcareous crusts: role of algae, fungi and sparmicritisation. *Sedimentology*, 24: 413-435.
- KENDALL A.C. (1985). - Radial fibrous calcite: a reappraisal. In: SCHNEIDERMANN N. & HARRIS P.M. (ed.): *Carbonate Cements. Soc. Econom. Paleont. Mineral*, spec. publ. 36: 59-95.
- KENDALL A.C. & BROUGHTON P.L. (1978). - Origin of fabrics in speleothems composed of columnar calcite crystals. *J. sediment. Petrology*, 48(2): 519-538.
- KINSEY D.W. & DAVIES P.J. (1979). - Effects of elevated nitrogen and phosphorus on coral reef growth. *Limnology and Oceanography*, 24: 935-940.
- KLAPPA C.F. (1980). - Rhizoliths in terrestrial carbonates: classification, recognition, genesis and significance. *Sedimentology*, 27: 613-629.
- KLEINPELL R.M. (1954). - Neogene smaller Foraminifera from Lau, Fidji. *Bernice P. Bishop Museum Bull.*, 211: 1-96.
- KOBLUK D.R. & RISK M.J. (1977). - Calcification of exposed filaments of endolithic algae, micrite envelope formation and sediment production. *J. sediment. Petrology*, 47: 517-528.
- KONISHI K. (1982). - Alcyonarian spiculite: limestone of soft corals. *Proc. fourth int. Coral Reef Symp.*, Manila, 1981, 1: 643-649.
- KRUMBEIN W.E. (1979). - Photolithotropic and chemoorganotrophic activity of bacteria and algae as related to beach-rock formation and degradation (Gulf of Aqaba, Sinai). *Geomicrobiology J.*, 1(2): 139-203.
- KRUTAK P.R. (1982). - Modern Ostracodes of the Veracruz-anton Lizardo reefs, Mexico. *Micropaleontology*, 28(3): 258-288.
- LACROIX E. (1932). - Textularidae du plateau continental méditerranéen entre Saint-Raphaël et Monaco. *Bull. Inst. océanogr. Monaco*, 591: 1-28.
- LALOU C., LABEYRIE J. & DELIBRIAS G. (1966). - Datation des calcaires coralliens de l'atoll de Mururoa (archipel des Tuamotu) de l'époque actuelle à -500000 ans. *C. R. Acad. Sci., Paris*, (D), 263: 1946-1949.

- LAMBECK K. & NAKADA M. (1985). - Holocene fluctuations in sea-level : constraints on mantle viscosity and melt-water sources. *Proc. fifth int. Coral Reef Congr.*, Tahiti, 1985, 3 : 79-84.
- LAND L.S. (1970). - Phreatic versus vadose meteoric diagenesis of limestones : evidence from a fossil water table. *Sedimentology*, 14(3-4) : 175-185.
- LAND L.S. & GOREAU T.F. (1970). - Submarine lithification of Jamaican reefs. *J. sediment. Petrology*, 40 : 457-462.
- LAND L.S. & MOORE C.H. (1980). - Lithification, micritization and syndepositional diagenesis of biolithites of the Jamaica island slope. *J sediment. Petrology*, 50(2) : 357-369.
- LATHAM M. (1986). - Altération et pédogénèse sur roches ultrabasiqes en Nouvelle-Calédonie. Genèse et évolution des accumulations de fer et de silice en relation avec la formation du modèle. ORSTOM (éd.), *coll. Etudes et Thèses*, Paris : 331 p.
- LAUNAY J. (1985). - Paléoniveaux marins et néotectonique à l'île des Pins (Nouvelle-Calédonie). *Géologie de la France*, 1 : 77-81.
- LAUNAY J. & JOUANNIC C. (1983). - Bibliography of geology and geophysics of New Caledonia. In : JOUANNIC C. & THOMPSON R.M. (ed.) : Bibliography of geology and geophysics of the South Pacific. U.N. ESCAP, CCOP/SOPAC, *Tech. Bull.*, 5 : 68-96.
- LAUNAY J. & RECY J. (1970). - Nouvelles données sur une variation relative récente du niveau de la mer dans la région Nouvelle-Calédonie - îles Loyauté. *C. R. Acad. Sci.*, Paris, (D), 270 : 2159-2161.
- LAUNAY J. & RECY J. (1972). - Variations relatives du niveau de la mer et néotectonique en Nouvelle-Calédonie au Pléistocène supérieur et à l'Holocène. *Rev. Geogr. phys. Geol. dyn.* : 14 (1) : 47-65.
- LE CALVEZ Y. (1965). - Vill-Les foraminifères : in : Guilcher A., Berthois L., Le Calvez Y., Battistini R. & Crosnier : les récifs coralliens et le lagon de l'île Mayotte (Archipel des Comores, Ocean Indien). *Mém. ORSTOM*, 11 : 1-20.
- LE CALVEZ Y. (1977). - Révision des foraminifères de la collection d'Orbigny. II : foraminifères de l'île de Cuba. *Cah. Micropaléont.*, 1 : 1-127.
- LE CALVEZ Y. & SALVAT B. (1980). - Foraminifères des récifs et des lagons coralliens de Moorea, île de la Société. *Cah. Micropaléont.*, 4 : 1-15.
- LEVY A. (1977). - Révisions micropaléontologiques des Soritidae actuels bahamiens. Un nouveau genre : *Androsina*. *Bull. Centre Rech. Explor.-Prod. Elf-Aquitaine*, 1(2) : 393-449.
- LEWIS M.S. (1969). - Sedimentary environments and unconsolidated carbonate sediments of the fringing coral reefs of Mahé, Seychelles. *Mar. Geol.*, 7(2) : 95-127.
- LILLIE A.R. & BROTHERS R.N. (1970). - The geology of New Caledonia. *New-Zealand J. Geol. Geophys.*, 13 : 145-183.
- LITTLER M.M. & DOTY M.S. (1975). - Ecological components structuring the seaward edges of tropical Pacific reefs : the distribution communities and productivity of *Porolithon*. *J. Ecol.*, 63 : 117-129.
- LOEBLICH R. & TAPPAN H. (1964). - Sarcodina chiefly "Thecamoebians" and Foraminiferida. In R. C. Moore (ed.). *Treatise on invertebrate paleontology*. Pt. C, Protista 1-2 : 900 p.
- LONGMAN M.W. (1980). - Carbonate diagenetic textures from nearsurface diagenetic environment. *Amer. Assoc. of Petroleum Geologists Bull.*, 64(4) : 461-487.
- LOZES J., GUERANGE B., FROMAGER D., DOUMENGE J.P. & SCHMID M. (1977). - Carte et notice explicative de la carte géologique de la Nouvelle-Calédonie à l'échelle du 1 : 50000 : feuille de

Ponérihouen. Bureau Rech. géol. min.

- LUCAS G., CROS P. & LANG J. (1976). *Les roches sédimentaires. 2 : étude microscopique des roches meubles et consolidées*. Doin ed., Paris : 503 p.
- MACINTYRE I.G. (1977). - Distribution of submarine cements in a modern Caribbean fringing reef, Galeta Point, Panama. *J. sediment. Petrology*, 47 : 503-516.
- MACINTYRE I.G. (1985). - Submarine cements - The peloidal question. In : SCHNEIDERMAN N. & HARRIS P.M. (ed.) : *Carbonate Cements. Soc. Econom. Paleont. Mineral*, spec. publ 36 : 109-116.
- MACINTYRE I.G., MOUNTJOY E.W. & D'ANGIEJEAN B.F. (1968). - An occurrence of submarine cementation of carbonate sediments off the west coast of Barbados, W.I. *J. sediment. Petrology*, 38 : 660-664.
- MADDOCKS R.F. (1966). - Distribution patterns of living and subfossil Podocopid ostracodes in the Nosy Bé area, northern Madagascar. *Univ. Kansas Paleont. Inst.*, 12 : 1-72.
- MADDOCKS R.F. (1969). - Revision of the recent Bairdiidae (Ostracoda). *U.S. nat. Mus. Bull.*, 295 : 1-126.
- MARGEREL J.P. (1981). - Espèces nouvelles de foraminifères de la baie de Saint-Vincent (Nouvelle-Calédonie). *Cah. Micropaléont.*, 4 : 67-72.
- MARSHALL J.F. (1983-a). - Submarine cementation in a high-energy platform reef: One Tree Reef, Southern Great Barrier Reef. *J. sediment. Petrology*, 53(4) : 1133-1149.
- MARSHALL J.F. (1983-b). - Lithology and diagenesis of the carbonate foundations of modern reefs in the Southern Great Barrier Reef. *BMR J. aust. Geol. Geophys.*, 8(3) : 253-265.
- MARSHALL J.F. (1983-c). - Marine lithification in coral reefs. In : BARNES D.J. (ed.) : *perspectives on coral reefs*. Australian Institute of marine Science, Townsville, Australia : 231-239.
- MARSHALL J.F. (1985). - Cross-shelf and facies related variations in submarine cementation in the Great Barrier Reef. *Proc. fifth int. coral reef Congr.*, Tahiti, 1985, 3 : 221-226.
- MARSHALL J.F. (1986). - Regional distribution of submarine cements within an epicontinental reef system : central Great Barrier Reef, Australia. In : SCHROEDER J.H. & PURSER B.H. (ed.) : *reef diagenesis*, Springer-Verlag, Berlin : 8-26.
- MARSHALL J.F. & DAVIES P.J. (1982). - Internal structure and Holocene evolution of One Tree Reef, Southern Great Barrier Reef. *Coral Reefs*, 1 : 21-28.
- MARSHALL J.F. & DAVIES P.J. (1984). - Facies variation and Holocene reef growth in the Southern Great Barrier Reef. *Coastal Geomorphology in Australia* : 123-134.
- MARSHALL J.F. & JACOBSON G. (1985). - Holocene growth of a mid-Pacific atoll : Tarawa, Kiribati. *Coral Reefs*, 4 : 11-17.
- MARSHALL J.F. & LAUNAY J. (1978). - Uplift rates of the Loyalty islands as determined by ²³⁰Th / ²³⁴U dating of raised coral terraces. *Quaternary Research*, 9 : 186-192.
- MASSE J.P., ACQUAVIVA M., THOMASSIN B.A. & VERNIER E. (1983). - Bioclastic sedimentary environments in the coral reef lagoon off Noumea (S.W. New Caledonia). *Int. Soc. for Reef Studies, colloque annuel*, Nice : abstract.
- MASSE J.P., ACQUAVIVA M., THOMASSIN B.A. & VERNIER E. (sous presse). - Bioclastic sedimentary environments in the coral reef lagoon off Noumea (S.W. New Caledonia). *Coral Reefs*.

- MASSIEUX M. (1976). - Etude des algues calcaires de la série quaternaire traversée par le sondage Ténia (côte Sud-Ouest de la Nouvelle-Calédonie). *Expéd. fr. sur les récifs coralliens de la Nouvelle-Calédonie*, Paris, Fond. Singer -Polignac (ed.), 8 : 279-288.
- MATSUMARU K. (1976-a). - Larger Foraminifera from the Ryukyu Group, Nansei Shoto islands, Japan. First int. Symp. on benthonic Foraminifera of continental margins. Pt. B : paleoecology and biostratigraphy. *Marine Sediments*, spec. publ., 1 : 401-424.
- MATSUMARU K. (1976-b). - Larger Foraminifera from the islands of Saipan and Guam, Micronesia. In : TAKAYANAGI Y. & SAITO T. : *Progress in Micropaleontology*, spec. publ. : 190-213.
- MATSUMARU K. & MATSUO Y. (1976). - Short note on the recent benthonic foraminiferids from the beach sediments of the subtropical and tropical islands in the western Pacific region. *The Journal of Saitama Univ*, Mathematics and natural science, 25 : 15-26.
- MATTHEWS R.K. (1967). - Diagenetic fabrics in biosparites from the Pleistocene of Barbados, West Indies. *J. sediment. Petrology*, 37(4) : 1147-1153.
- MILLIMAN J.D. (1974). - *Recent sedimentary carbonates : part I : marine carbonates*. Springer-Verlag (ed.), Berlin : 375 p.
- MONDON J.M. (1977). - Contribution à la géomorphologie et à la sédimentologie des récifs coralliens de l'île Maurice (Archipel des Mascareignes, Océan Indien). *Thèse Univ. Provence* : 118 p.
- MONIER C. (1973). - Note préliminaire sur les foraminifères benthiques du platier interne du Grand Récif de Tuléar (Madagascar). *Tethys*, 5(2-3) : 241-250.
- MONTAGGIONI L. (1977). - Structure interne d'un récif corallien holocène (île de la Réunion, Océan Indien). *Mém. Bureau Rech. géol. min.*, 89 : 456-466.
- MONTAGGIONI L.F. (1978). - Recherches géologiques sur les complexes de l'archipel des Mascareignes (Océan Indien occidental). *Thèse Doct. Sci. Univ. Aix-Marseille II* : 217 p. + annexes.
- MONTAGGIONI L.F. (1980). - Alcyonarian spiculites in coral reefs. *26 ème Congrès géol. int.*, Paris, 2 : p. 521.
- MONTAGGIONI L.F. (1981). - Les associations de foraminifères dans les sédiments récifaux de l'archipel des Mascareignes (Océan Indien). *Ann. Inst. oceanogr.*, Paris, 57(1) : 41-62.
- MONTAGGIONI L. & MAHE J. (1980). - Caractérisation faciologique des sédiments récifaux de l'île Maurice par l'analyse factorielle des correspondances. *Oceanologica Acta*, 3(4) : 409-420.
- MONTAGGIONI L. & DELIBRIAS G. (1986). - Holocene reef growth, Moorea and Tahiti islands, Central Pacific. *12th international sedimentological Congr.*, Canberra, 1986, abstract papers : p. 215.
- MONTAGGIONI L.F. & PIRAZZOLI P.A. (1984). - The significance of exposed coral reef conglomerates from French Polynesia (Pacific Ocean) as indicators of recent sea-level changes. *Coral Reefs*, 3 : 29-42.
- MORETTI I. & TURCOTTE D.I. (1985). - A model for erosion, sedimentation, and flexure with application to New Caledonia. *J. Geodynamics*, 3 : 155-168.
- MORTON J.E. & CHALLIS D.A. (1969). - The biomorphology of Solomon islands shores with a discussion of zoning patterns and ecological terminology. *Phil. Trans. roy. Soc. London*, 255: 459-516.
- MULLER G. & TIETZ G. (1975). - Regressive diagenesis in Pleistocene eolianites from Fuerteventura, Canary islands. *Sedimentology*, 22 : 485-496.

- MULTER H.G. (1986). - New field and SEM data on *Halimeda* : where do we stand. *Int. Soc. for Reef Studies, annual meeting, Marburg* : abstract : p. 35.
- MURRAY J.W. (1973). - *Distribution and ecology of living benthic foraminiferids*. Heinemann educational books (ed.) : 274 p.
- NAKADA M. (1986). - Holocene sea levels in oceanic islands : implications for the rheological structure of the earth's mantle. *Tectonophysics*, 121 : 263-276.
- NAKIBOGLU S.M., LAMBECK K. & AHORN P. (1983). - Post-glacial sealevels in the Pacific : implications with respect to deglaciation regime and local tectonics. *Tectonophysics*, 91 : 335-358.
- NEUMANN A.C. & LAND L.S. (1975). - Lime mud deposition and calcareous algae in the Bight of Abaco, Bahamas : a budget. *J. sediment. Petrology*, 45(4) : 763-786.
- NEUMANN A.C. & MACINTYRE I. (1985). - Reef response to sea level rise : keep-up, catch-up or give-up. *Proc. fifth int. coral reef Congr., Tahiti, 1985*, 3 : 105-110.
- ORLOFF O. & GONORD H. (1968). - Note préliminaire sur un nouveau complexe sédimentaire continental sur les massifs du Goa N'Doro et de Kadjitra (régions côtières à l'Est de la Nouvelle-Calédonie), définition de la formation et conséquences de cette découverte sur l'âge des fractures majeures récemment mises en évidence dans les mêmes régions. *C. R. Acad. Sci., Paris, (D)*, 267 : 5-8.
- OTTER G. (1937). - Rock destroying organisms in relation to coral reefs. *Great Barrier Reef expedition 1928-29, scientific report*, 1(12) : 323-352.
- PAIK K.H. (1977). - Regionale Untersuchungen zur Verteilung der Ostracoden im Persischen Golf und im Golf von Oman. "Meteor" Forsch. *Ergebnisse, Reihe C*, 28 : 37-76.
- PARIS J.P. (1981). - Géologie de la Nouvelle-Calédonie. *Mém. Bureau Rech. géol. min.*, 113 : 278 p.
- PARIS J.P., ANDREIEFF P. & COUDRAY J. (1979). - Sur l'âge Eocène supérieur de la mise en place de la nappe ophiolitique de Nouvelle-Calédonie, une unité du charriage océanique périaustralien, déduit d'observations nouvelles sur la série de Népoui. *C. R. Acad. Sci., Paris, (D)*, 288 : 1659-1661.
- PARIS J.P. & LILLE R. (1977). - la Nouvelle-Calédonie du Permien au Miocène : données cartographiques, hypothèses géotectoniques. *Bull. Bureau Rech. géol. min., sér. 2*, 4(1) : 79-95.
- PEYPOUQUET J.P. (1977). - Les ostracodes, indicateurs paléoclimatiques et paléocéanographiques du Quaternaire terminal (Holocène) sur le plateau continental sénégalais. In : Löffler et Danielopol : *Proc. 6th int. Symp. Ostracoda (Saalfelden, 1976)* : 369-394.
- PICHON M. (1964). - Contribution à l'étude de la répartition des madréporaires sur le récif de Tuléar (Madagascar). *Rec. Trav. Stat. mar. Endoume, suppl. 2* : 78-203.
- PICHON M. (1978). - Recherches sur les peuplements à dominance d'Anthozoaires dans les récifs coralliens de Tuléar (Madagascar). *Atoll Research Bull.*, 222 : 1-447.
- PIERSON B.J. & SHINN E.A. (1985). - Cement distribution and carbonate mineral stabilization in Pleistocene limestones of Hogsty Reef, Bahamas. In : SCHNEIDERMAN N. & HARRIS P.M. (ed.) : Carbonate Cements. *Soc. Econom. Paleont. Mineral, spec. publ. 36* : 153-168.
- PINGITORE N.E. (1976). - Vadose and phreatic diagenesis : processes, products and their recognition in corals. *J. sediment. Petrology*, 46(4) : 985-1006.

- PIRAZZOLI P.A. (1976). - Les variations du niveau marin depuis 2000 ans. *Mém. Lab. Géomorphologie Ecole pratique hautes Etudes*, 30 : 421 p.
- PIRAZZOLI P.A. (1986). - Marine notches. In : Van de PLASSCHE (ed.) : *Sea-level Research : a manual for the collection and evaluation of data* : 361-400.
- PIRAZZOLI P.A. & MONTAGGIONI L.F. (1986). - Late Holocene sea-level changes in the Northwest Tuamotu islands, French Polynesia. *Quaternary Research*, 25 : 350-368.
- PIRAZZOLI P.A., MONTAGGIONI L.F., VERGNAUD-GRAZZINI C. & SALIEGE J.F. (1987). - Late Holocene sea-level and coral reef development in Vahitahi atoll, eastern, Pacific ocean. *Mar. Geol.*, 76 : 105-116.
- PIROUTET M. (1917). - *Etude stratigraphique sur la Nouvelle-Calédonie*. Thèse Doct. ès Sc., Paris, Protat imp. Mâcon, 313 p.
- PLAS L. van der, TOBI A.C. (1965). - A chart for judging the reliability of point counting results. *Amer. J. Sci.*, 263 : 87-90.
- POIGNANT A. (1979). - Détermination générique des Corallinacées mésozoïques et cénozoïques. *Bull. Centre Rech. Pau-S.N.P.A.*, 3(2) : 757-765.
- POIGNANT A. (1980). - Critères de détermination spécifique des Corallinacées fossiles. *C. R. Acad. Sci., Paris, (D)*, 291 : 389-391.
- POMEYROL R. (1951). - Rapport sur les possibilités d'existence de gisements de pétrole en Nouvelle-Calédonie. *Rev. Inst. fr. Pétrole*, 6(8) : 271-282.
- PURSER B.H. (1980). - *Sédimentation et diagenèse des carbonates néritiques récents*. Technip (ed.), Paris, 1 : 366 p.
- PURSER B.H. & AISSAOUI D.M. (1985). - Reef diagenesis : dolomitisation and dedolomitisation at Mururoa atoll (French Polynesia). *Proc. fifth int. coral reef Congr.*, Tahiti, 1985, 3 : 263-269.
- RECY J. & DUPONT J. (1982). - Le Sud-Ouest du Pacifique : données structurales. *ORSTOM.*, Paris, notice explicative n° 97 : 1-25.
- REGIS M.B. & THOMASSIN B.A. (1982). - Ecologie des échinoides réguliers dans les récifs coralliens de la région de Tuléar (S.W. de Madagascar) : adaptation de la microstructure des piquants. *Ann. Inst. océanogr.*, 58(2) : 117-158.
- REGIS M.B. & THOMASSIN B.A. (1987). - Grands types microstructuraux des radioles primaires chez les échinoides réguliers actuels : critère systématique et aspects évolutifs. *C. R. Acad. Sci., Paris, (III)*, 304(16) : 421-424.
- REPELLIN P. (1977). - Contribution à l'étude d'un récif corallien : le sondage "Colette" : atoll de Mururoa. *Cah. Pacifique*, 20 : 1-210.
- REPELLIN P. & TRICHET J. (1977). - Le sondage "Colette" : atoll de Mururoa (Polynésie française). Devenir des madréporaires dans un récif en voie de diagenèse. *Mém. Bureau Rech. géol. min.*, 89 : 396-406.
- RICHARDS H.S. & HILL D. (1942). - Great barrier reef bores, 1926 and 1937. Description analysis and interpretations. *Rep. Gt. Barrier Reef Comm.*, 1-122.
- ROUTHIER P. (1953). - Etude géologique du versant occidental de la Nouvelle-Calédonie entre le col de Boghen et la pointe d'Arama. *Mém. Soc. géol. Fr.*, 32(67) : 271 p.
- SCHLANGER S.O. (1963). - Subsurface geology of Eniwetok atoll. *U.S. Geol. Survey, Prof. paper* 260 B-B : 991-1038.

- SCHROEDER J.H. (1973). - Submarine and vadose cements in Pleistocene Bermuda reef rock. *Sediment. Geol.*, 10 : 179-204.
- SCOFFIN T.P., STEARN C.W., BOUCHER D., FRYDL P., HAWKINS C.M., HUNTER I.G. & MACGEACHY J.K. (1980). - Calcium carbonate budget of a fringing reef on the west coast of Barbados. *Bull. mar. Sci.*, 30(2) : 475-508.
- STEINEN R.P. (1974). - Phreatic and vadose diagenetic modification of Pleistocene limestone : petrographic observations from subsurface of Barbados, West Indies. *Amer. Assoc. of Petroleum Geologists Bull.*, 58(6) : 1008-1024.
- STRASSER A. & DAVAUD E. (1985). - Recognition of ancient sea-levels using sedimentological and diagenetic criteria (examples from the Bahamas and the Maldives). *Proc. fifth int. coral reef Congr.*, Tahiti, 1985, 3 : 157-162.
- SYMONDS P.A. & DAVIES P.J. (1985). - Origin of the Great Barrier Reef. *Proc. fifth int. coral reef Congr.*, Tahiti, 1985, 3 : p. 153.
- SYMONDS P.A., DAVIES P.J. & PARISI A. (1983). - Structure and stratigraphy of the Great Barrier Reef. *BMR J. aust. Geol. Geophys.*, 8(3) : 277-291.
- TAISNE B. (1965). - Organisation et hydrographie de l'expédition française sur les récifs coralliens de la Nouvelle-Calédonie. *Expéd. fr. sur les récifs coralliens de la Nouvelle-Calédonie*, Paris, Fond. Singer -Polignac (ed), 1 : 1-132.
- TEETER J.W. (1975). - Distribution of Holocene marine Ostracoda from Belize. *Amer. Assoc. of Petroleum Geologists, studies in Geology*, 2 : 400-499.
- THOM B.G. & CHAPPELL J. (1975). - Holocene sea levels relative to Australia. *Search*, 6 : 90-93.
- THOM B.G. & CHAPPELL J. (1978). - Holocene sea level change : an interpretation. *Phil. Trans. roy Soc. London*, A, 291 : 187-194.
- THOM B.G., HAILS J.R., MARTIN A.R.H. & PHIPPS C.V.G. (1975). - Postglacial sea levels in eastern Australia. *Mar. Geol.*, 12(3) : 233-242.
- THOMASSIN B.A. (1978). - Peuplements des sédiments coralliens de la région de Tuléar (SW de Madagascar). Leur insertion dans le contexte côtier Indopacifique. *Thèse Doct. d'état Univ. Aix-Marseille II* : 494 p. + annexes.
- THOMASSIN B.A. (1984). - Les récifs coralliens dans l'Indopacifique Ouest : grands types de constructions et successions des phases d'édification. *Oceanis*, 10(1) : 1-49.
- THOMASSIN B.A. & COUDRAY J. (1982). - Presence of wide hard-ground on lagoonal bottoms of the coral reef complex of Nouméa (S.W. New Caledonia). *Proc. fourth int. Coral Reef Symp.*, Manila, 1981, 1 : 511-522.
- THOMASSIN B.A. & MASSE J.P. (1985). - Les récifs coralliens actuels et leur contrôle sur l'environnement : aspects morphologiques, biologiques et sédimentologiques. *Téthys*, 11(3-4) : 288-301.
- THOMASSIN B.A. & VASSEUR P. (1981). - The coral reef complexes of the S.W. coast of New Caledonia : building and geomorphology. *Proc. fourth int. Coral Reef Symp.*, Manila, 1981, Abstr. pap. 66.
- TISSEAU - MOIGNARD C. (1979). - Modèles de flexure de la lithosphère sous l'effet d'une charge sédimentaire. Application au bassin de Nouvelle-Calédonie (sud-ouest Pacifique). *Thèse Doct. 3ème cycle Univ. Orsay* : 104 p.
- TODD R. (1960). - Some observations about the distribution of *Calcarina* and *Baculogypsina* in the Pacific. *Sci. Repts. Tohoku Univ.*, Sendai, Japan, 2ème sér. (Géol.), 4 : 100-108.

- TOULOUSE M. (1966). - Première étude des foraminifères des sédiments actuels de la baie de Saint-Vincent (Nouvelle-Calédonie). *C. R. Acad. Sci., Paris, (D)*, 262 : 1517-1518.
- TRESCASES J.J. (1975). - L'évolution géochimique supergène des roches ultra-basiques en zone tropicale et la formation des gisements nickelifères de Nouvelle-Calédonie. *Thèse Doct. d'état Univ. Strasbourg, Mém. ORSTOM*, 78 : 278 p.
- TRESCASES J.J. & GUILLON J.H. (1977). - Carte géologique à l'échelle 1/50000, feuille Yaté. *Bureau. Rech. géol. minières, territoire de la Nouvelle-Calédonie* : 1-35 ; carte.
- TRICHET J., REPELLIN P. & OUSTRIERE P. (1984). - Stratigraphy and subsidence of the Mururoa atoll (French Polynesia). *Mar. Geol.*, 56 : 241-257.
- TUDHOPE A.W. & RISK M.J. (1985). - Rate dissolution of carbonate sediments by microboring organisms, Davies Reef, Australia. *J. sediment. Petrology*, 55(3) : 440-447.
- TUDHOPE A.W., SCOFFIN T.P., STODDART D.R. & WOODROFFE C.D. (1985). - Sediments of Suvarrow atoll. *Proc. fifth int coral reef Congr.*, Tahiti, 1985, 6 : 611-616.
- VENEC-PEYRE M.Th. & SALVAT B. (1981). - Les foraminifères de l'atoll de Scilly (Archipel de la Société) ; étude comparée de la biocoenose et de la thanatocoenose. *Ann. Inst. oceanogr.*, Paris, 57(2) : 79-110.
- WRAY J.L. (1977). - *Calcareous algae*. Elsevier (ed.), *Developments in Paleontology and Stratigraphy*, 4 : 185 p.
- YOUNG H.R. & NELSON C.S. (1985). - Biodegradation of temperate water skeletal carbonates by boring sponges on the Scott shelf, British Columbia, Canada. *Mar. Geol.*, 65(1-2) : 33-45.
- ZEFF M.L. & PERKINS R.D. (1979). - Microbial alteration of Bahamian deep-sea carbonates. *Sedimentology*, 26 : 175-201.

LISTE DES ESPECES

ALGUES ROUGES :

Amphiroa sp.
Dermatolithon cf. *tessellatum*
Hydrolithon reinboldii
Lithophyllum sp.
Lithophyllum moluccense
Lithoporella sp.
Lithoporella melobesioides
Lithothamnium sp.
Mesophyllum sp.
Mesophyllum sp.1 Massieux
Neogoniolithon cf. *fosliei*
Neogoniolithon megalocystum
Porolithon sp.
Porolithon onkodes

FORAMINIFERES :

Acervulina inhaerens Schultze
Alveolinella quoyi (d'Orbigny)
Ammonia beccarii var. *tepida* (Cushman)
Amphistegina lessonii d'Orbigny
Amphistegina radiata (Fichtel et Moll)
Anomalinaella rostrata (Brady)
Articulina pacifica Cushman
Baculogypsina sphaerulata (Parker et Jones)
Bolivina rhomboidalis (Millett)
Bolivina semi-costata Cushman
Calcarina cf. *calcar* d'Orbigny
Calcarina hispida Brady
Calcarina hispida pulchella Chapman
Cellanthus craticulatus (Fichtel et Moll)
Cibicidella variabilis (d'Orbigny)
Cibicides lobatulus (Walker et Jacob)
Cibicides refulgens de Montfort
Cibicidella variabilis (d'Orbigny)
Clavulina multicamerata Chapman
Clavulina tricarinata d'Orbigny
Coryphostoma limbata (Brady)
Criboelphidium poeyanum (d'Orbigny)
Cyclogyra involvens (Reuss)
Cymbaloporella tabellaeformis (Brady)
Cymbaloporetta bradyi (Cushman)
Cymbaloporetta squamosa d'Orbigny
Discorbis sp.
Edentostomina cultrata (Brady)

- Elphidium aculeatum* (Silvestri)
Elphidium advenum (Cushman)
Elphidium crispum (Linné)
Elphidium cf. *earlandi* Cushman
Elphidium hispidulum Cushman
Elphidium macellum (Fichtel et Moll)
Elphidium macellum limbatum (Chapman)
Epistomaroides polystomelloides (Parker et Jones)
Eponides repandus (Fichtel et Moll)
Fissurina lagenoides (Williamson)
Fissurina radiato-marginata (Parker et Jones)
Fissurina squamoso-marginata (Parker et Jones)
Gaudryina (*Siphogaudryina*) *rugulosa* Cushman
Gaudryina (*Siphogaudryina*) *siphoniferina* (Brady)
Glabratella patelliformis (Brady)
Glabratella tabernacularis (Brady)
Glabratella wiesneri (Parr)
Hauerina bradyi Cushman
Hauerina involuta Cushman
Hauerina orientalis Cushman
Heterostegina cf. *depressa* d'Orbigny
Marginopora vertebralis Quoy et Gaimard
Miliola sp.
Miliolinella subrotunda (Montagu)
Miliolinella webbiana (d'Orbigny)
Neoconorbina terquemi (Rzehak)
Nodobacuriella convexiuscula (Brady)
Nonion pacificum (Cushman)
Oolina globosa (Montagu)
Operculina ammonoides (Gronovius)
Operculina bartschi Cushman
Parrina bradyi (Millet)
Peneroplis pertusus (Forsk.)
Peneroplis planatus (Fichtel et Moll)
Planorbulina acervalis Brady
Planorbulina mediterraneensis d'Orbigny
Planorbulinella larvata (Parker et Jones)
Planispirinella exigua (Brady)
Pseudomassilina australis (Cushman)
Pseudomassilina macilenta (Brady)
Pseudopolymorphina ligua (Roemer)
Pyrgo denticulata (Brady)
Pyrgo denticulata striolata (Brady)
Quinqueloculina cf. *agglutinans* d'Orbigny
Quinqueloculina cf. *barnardi* Resheed
Quinqueloculina cf. *berthelotiana* d'Orbigny
Quinqueloculina bosciana d'Orbigny
Quinqueloculina crenulata Cushman
Quinqueloculina granulocostata Germeraad
Quinqueloculina cf. *irregularis* d'Orbigny
Quinqueloculina kerimbatica philippinensis Cushman
Quinqueloculina lamarckiana d'Orbigny

Quinqueloculina parkeri (Brady)
Quinqueloculina sulcata d'Orbigny
Quinqueloculina variolata d'Orbigny
Rectobolivina raphana (Parker et Jones)
Reussella simplex Cushman
Reussella spinulosa (Reuss)
Rosalina globularis d'Orbigny
Scutuloris baragwanathi (Parr)
Scutuloris circularis (Bornemann)
Scutuloris neostriatula (Thalman)
Sigmoilina cf. *porcellana* Germeraad
Siphonina tubulosa Cushman
Sorites marginalis (Lamarck)
Sphaerogypsina globula (Reuss)
Spirillina inaequalis Brady
Spirillina vivipara Ehrenberg
Spiroloculina antillarum d'Orbigny
Spiroloculina clara Cushman
Spiroloculina communis Cushman et Todd
Spiroloculina depressa d'Orbigny
Spiroloculina scita Cushman et Todd
Spirosigmoilina bradyi Collins
Textularia agglutinans d'Orbigny
Textularia candeiana d'Orbigny
Textularia conica d'Orbigny
Textularia foliacea Heron-Allen et Earland
Textularia lateralis Lalicker
Textularia pseudogramen Chapman et Parr
Textularia pseudoturris Cushman
Textularia aff. *conica corrugata* Heron-Allen et Earland
Tretomphalus bulloides (d'Orbigny)
Tretomphalus milletti (Heron-Allen et Earland)
Triloculina cf. *gracilis* d'Orbigny
Triloculina laevigata d'Orbigny
Triloculina littoralis Collins
Triloculina linneiana d'Orbigny
Triloculina oblonga (Montagu)
Triloculina tricarinata d'Orbigny
Triloculina trigonula (Lamarck)
Tubinella funalis (Brady)
Vertebralina striata d'Orbigny
Wiesnerella auriculata (Egger)

SCLERACTINIAIRES :

Acropora sp.
Acropora sp. gr. *cytherea* et *hyacinthus*
Acropora cf. *danai*
Alveopora sp.
Astreopora sp.
Cyphastrea sp.

Favia sp.
Favia cf. *favus*
Favia cf. *stelligera*
Favites sp.
Galaxea sp.
Galaxea cf. *fascicularis*
Goniastrea sp.
Hydnophora sp.
Leptoria phrygia
Montastrea sp.
Montipora sp.
Montipora digitata
Montipora digitifera
Montipora cf. *tuberculosa*
Pachyseris rugosa
Platygyra sp.
Pocillopora sp.
Porites sp.

MOLLUSQUES :

Anadara sp.
Barbatia sp.
Cerithium cf. *monoliferum*
Chama sp.
Clypeomorus trailli
Codakia tigerina
Latirus spp.
Mitrella aff. *puella*
Nassarius (*Nassarius*) *arcularius plicatus*
Nassarius (*Niotha*) *albescens*
Nassarius (*Zeuxis*) *concinus*
Natica sp.
Pecten madreporum
Petricola sp.

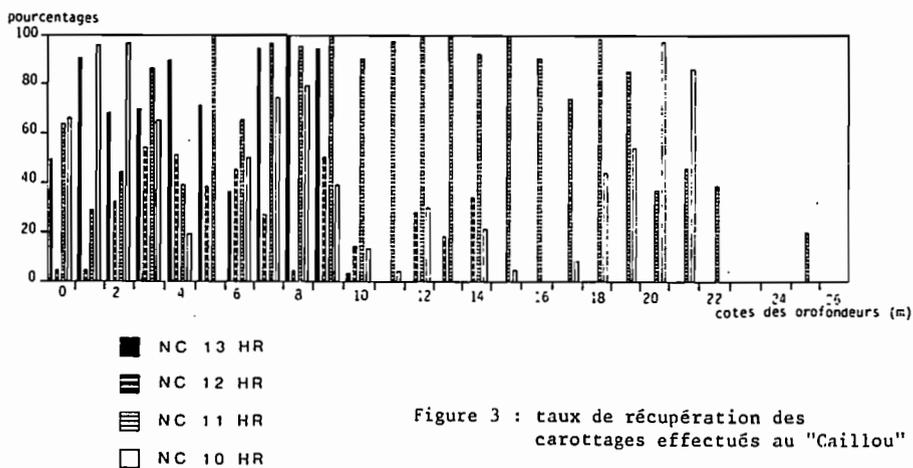
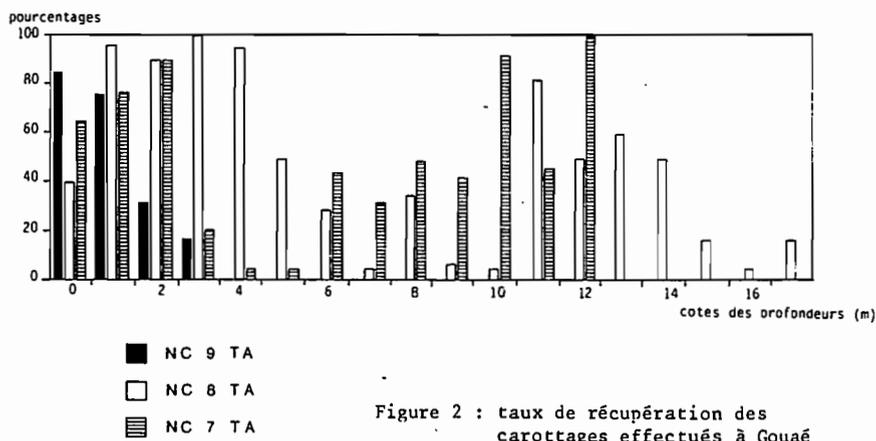
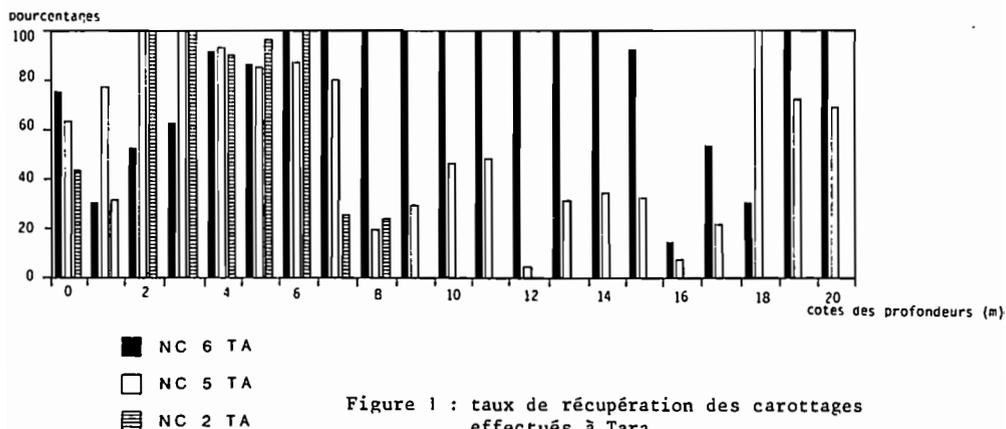
OSTRACODES :

Alocopocythere aff. *reticulata indoaustratica* Hartmann
Anchistrocheles fumata Brady
Anchistrocheles aff. sp. Bonaduce et al., 1980
Callistocythere sp.
Caudites javana Kingma
Caudites litusorienticola Hartmann
C lithrocytheridea cf. *spinulosa* (Brady)
Cytherella aff. *arostrata* Kornicker
Cytherella pulchra Brady
Eucytherura aff. *denticulata* Bonaduce et al.
Jugosocythereis transoceanica (Teeter)
Jugosocythereis sp. a Apostolescu, 1967

Keijia demissa (Brady)
Leptocythere keiji Hartmann
Loxococoncha dampierensis Hartmann
Loxococoncha cf. *fischeri minima* Teeter
Loxococoncha huahineensis Hartmann
Loxocorniculum georgei Hartmann
Morkhovenia inconspicua (Brady)
Neonesidea longisetosa (Brady)
Neonesidea aff. *parilihamata* Maddocks
Neonesidea aff. *pateriformis* Maddocks
Neonesidea aff. *schulzi* (Hartmann)
Paracypris sp. B Bonaduce et al., 1983
Paracytheridea aff. *remanei* Hartmann
Paradoxostoma aff. *caudatum* Hartmann
Paradoxostoma novae-caledoniae Brady
Paradoxostoma phaeophysicola Hartmann
Paradoxostoma aff. *subtile* Bonaduce et al.
Paranesidea aff. *algiticola* Maddocks, 1969
Paranesidea aff. *fracticorallicola* Maddocks
Phlyctenophora viridis Brady
Ponticythereis manis Whatley et Titterton
Quadracythere sp. Hartmann, 1981
Radimella wantlandi (Teeter)
Triebelina sertata Triebel
Triebelina sp.
Uroleberis sp.
Xestoleberis sp.
Indet. Gen. sp. 1

ANNEXE 1

TAUX DE RECUPERATION



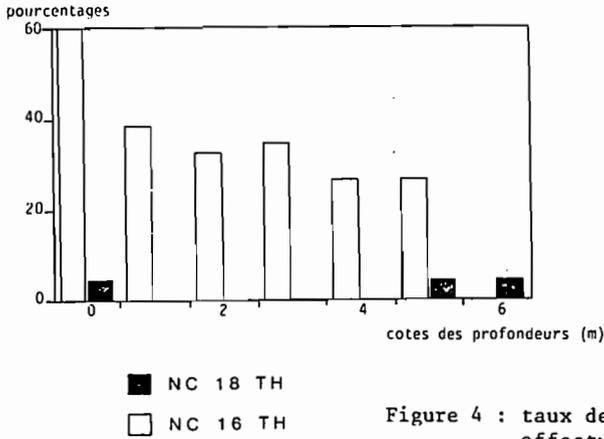


Figure 4 : taux de récupération des carottages effectués à Thio

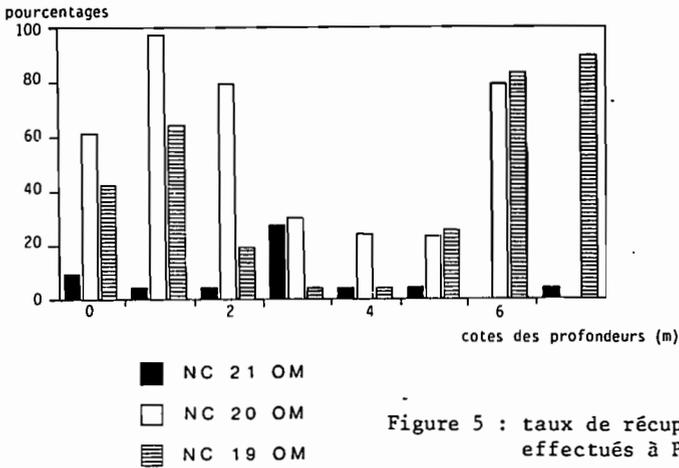


Figure 5 : taux de récupération des carottages effectués à Poindimié

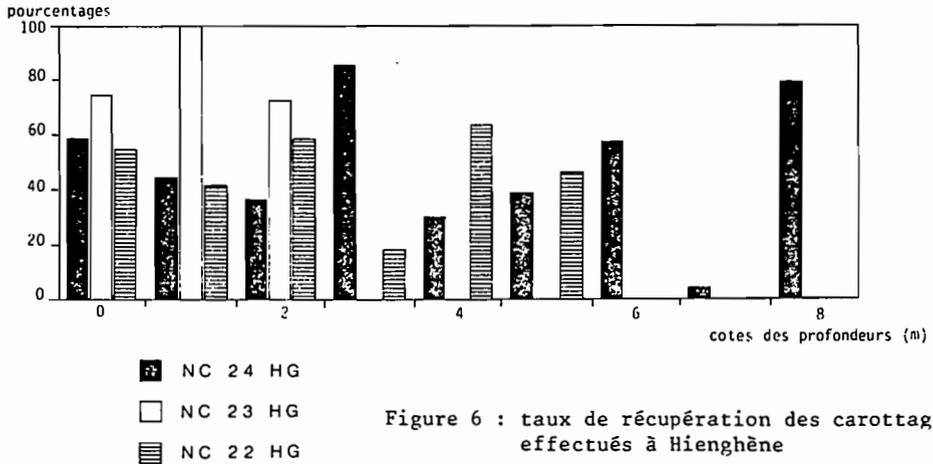


Figure 6 : taux de récupération des carottages effectués à Hienghène

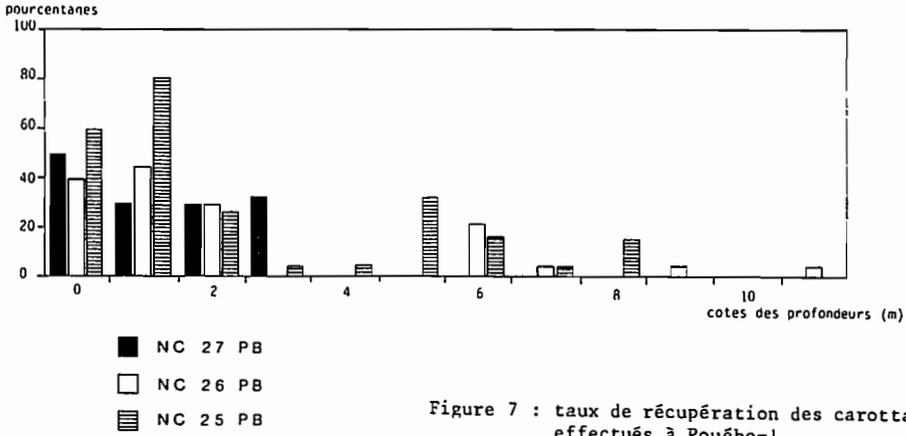


Figure 7 : taux de récupération des carottages effectués à Pouébo-1

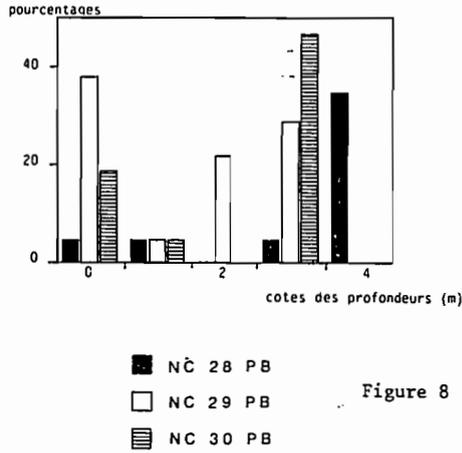


Figure 8 : taux de récupération des carottages effectués à Pouébo-2

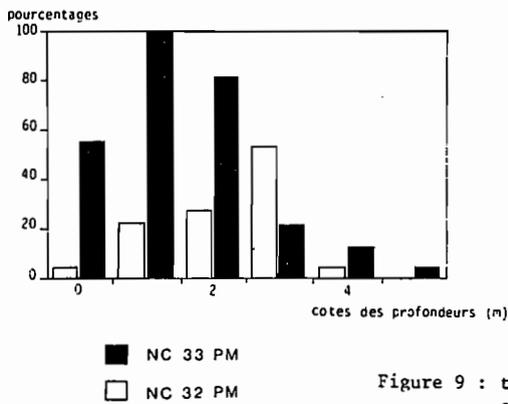
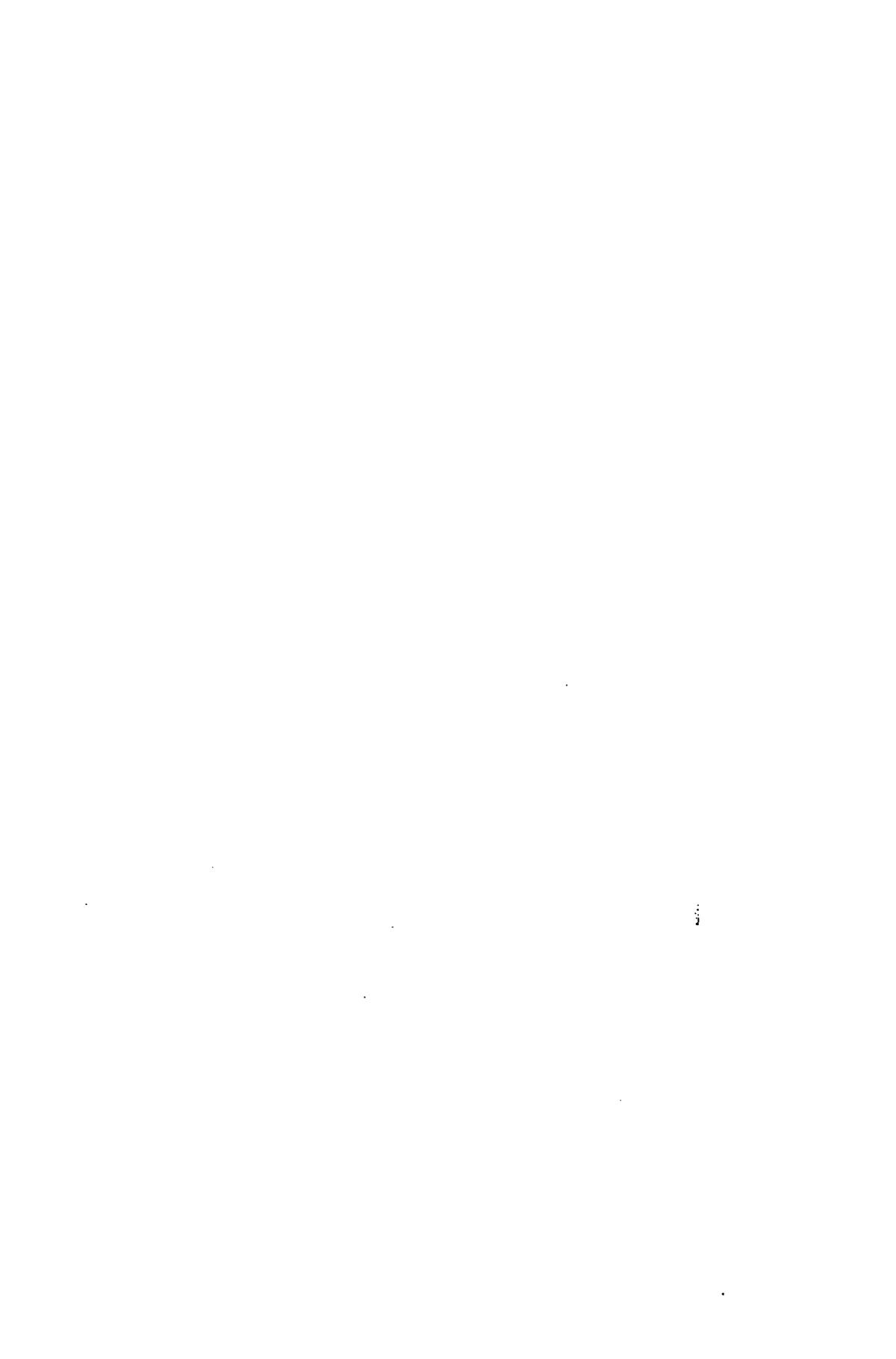


Figure 9 : taux de récupération des carottages effectués à Poui

ANNEXE 2

LOGS DETAILLES DES FORAGES



	Faviidés		débris squelettiques avec de nombreux minéraux opaques
	Poritidés		débris de carottes
	Acroporidés		débris de coraux branchus
	constructions coralliennes indéterminés		débris de carottes indifférenciées
	constructions coralliennes altérées par les eaux météoriques		sables bioclastiques
	spiculite		éléments de sols
	débris squelettiques		sols
	débris squelettiques riches en scléactiniaires		formations d'altération
	débris squelettiques riches en scléactiniaires altérés		péridotites et roches métamorphiques
	débris squelettiques riches en Acroporidés		non récupération
	coraux lamellaires		Discontinuité Holocène/Pléistocène
	Corallinacées encroûtantes		Lithophages
	Corallinacées encroûtantes		Gastéropodes Vermétidés
	débris squelettiques riches en algues rouges Corallinacées		
	débris squelettiques riches en rhodolites		
	débris squelettiques riches en <u>Halimeda</u>		
	débris squelettiques riches en foraminifères benthiques		
	débris squelettiques riches en mollusques		

Légende des figurés des logs détaillés des forages

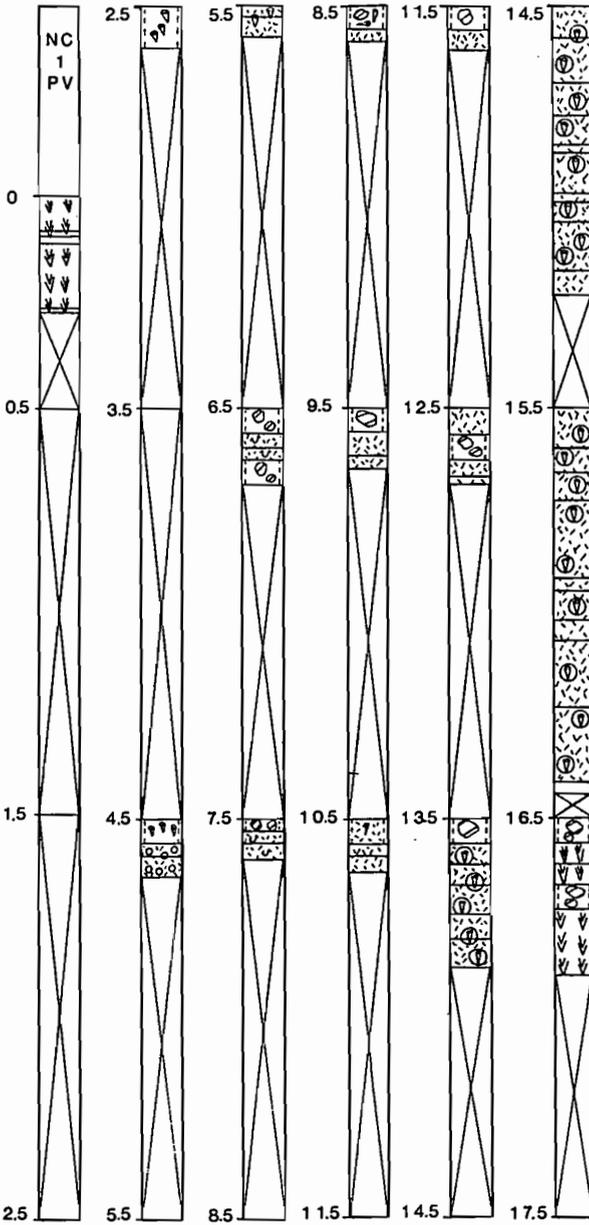


Figure 10 : log du forage NC.1.PV
(récif Ricaudy)

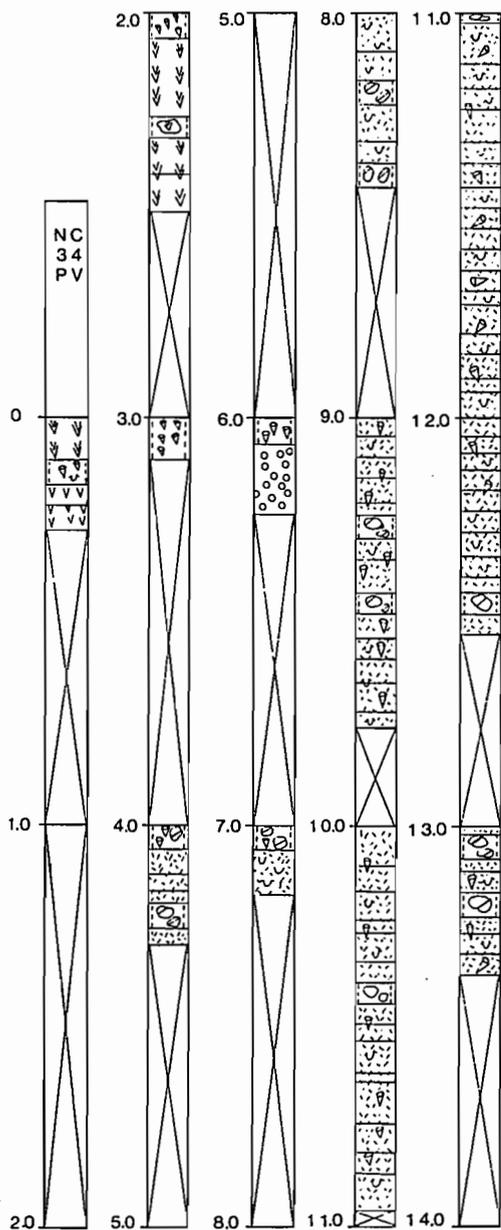


Figure 11 : log du forage NC.34.PV (récif Ricaudy)

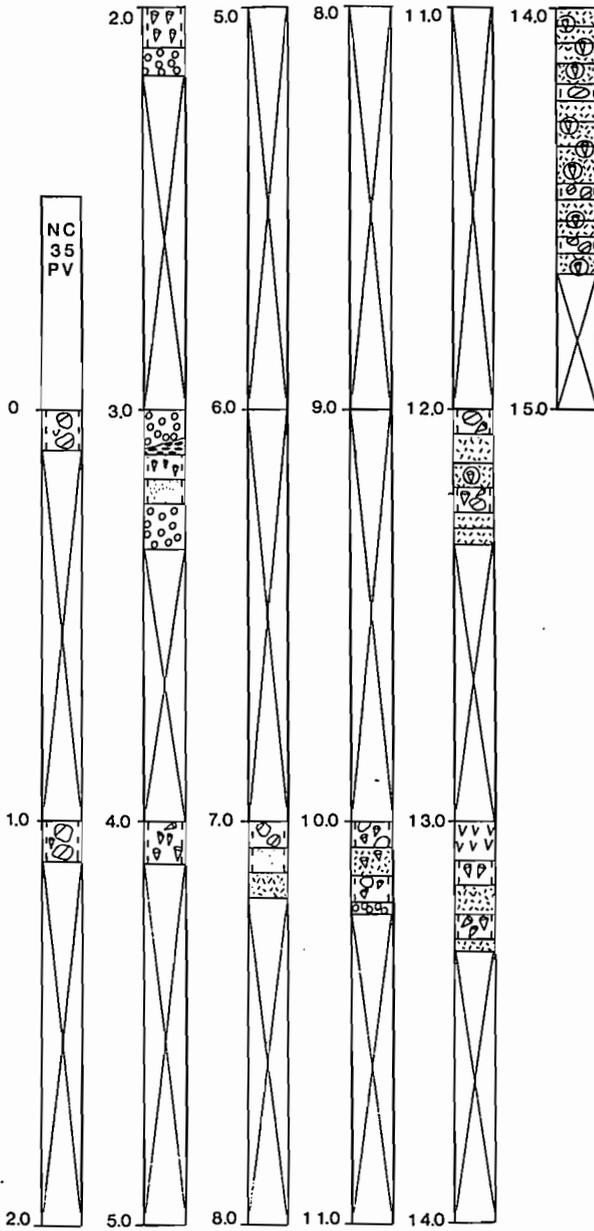


Figure 12 : log du forage NC.35.PV
(récif Ricaudy)

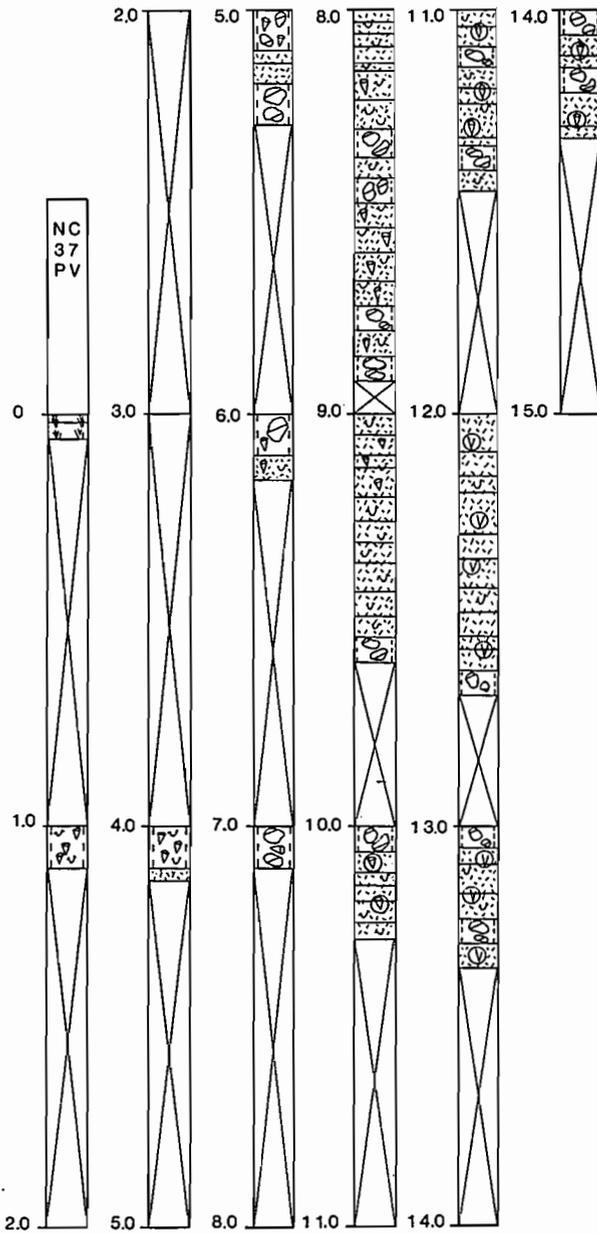


Figure 13 :log du forage NC.37.PV
(récif Ricaudy)

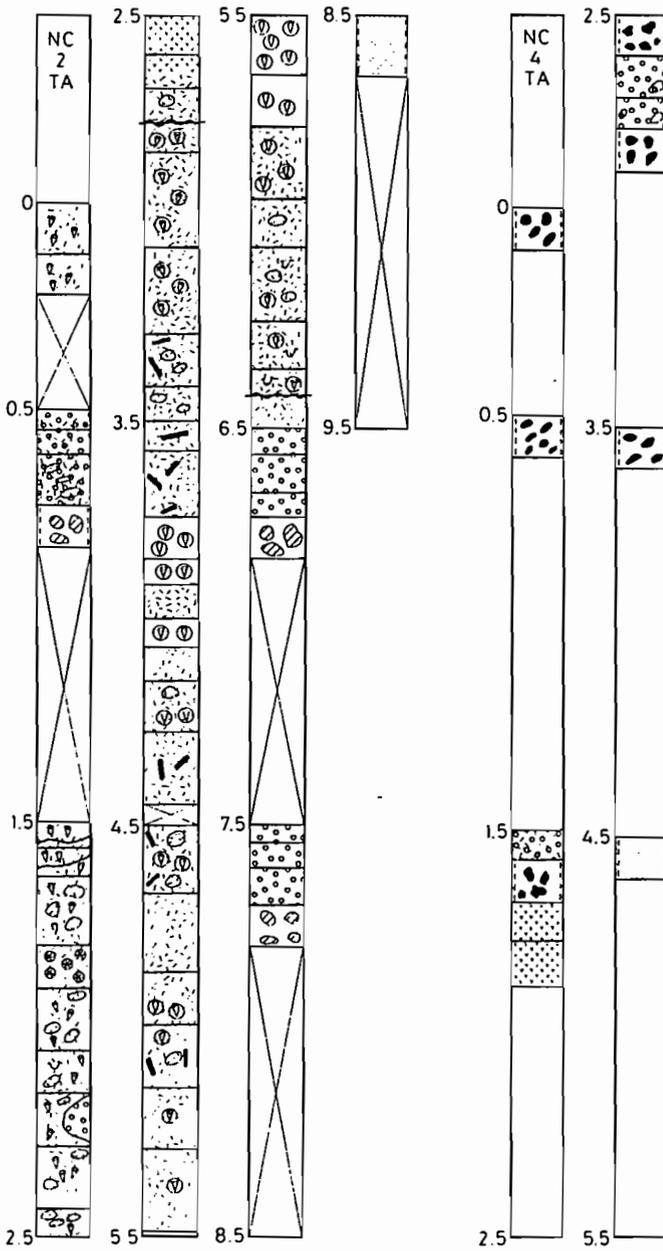


Figure 14 : logs des forages NC.2.TA et NC.4.TA (récif de Tara)

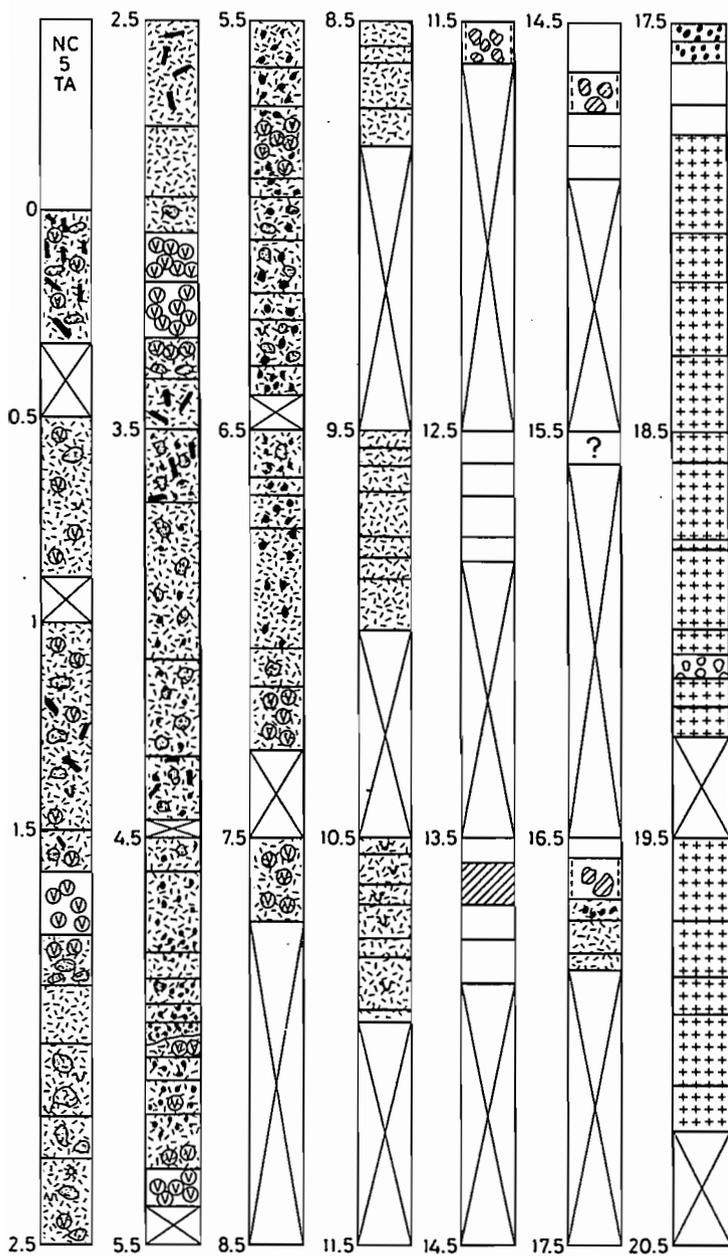


Figure 15 : log du forage NC.5.TA (récif de Tara)

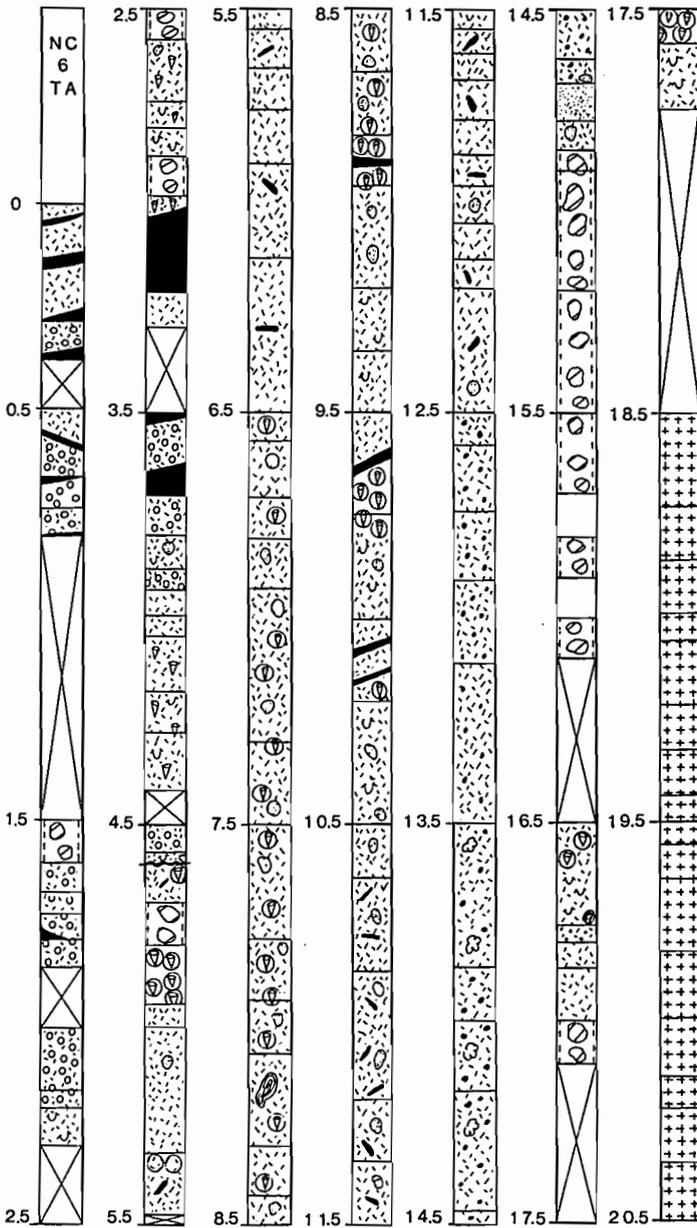


Figure 16 : log du forage NC.6.TA
(récif de Tara)

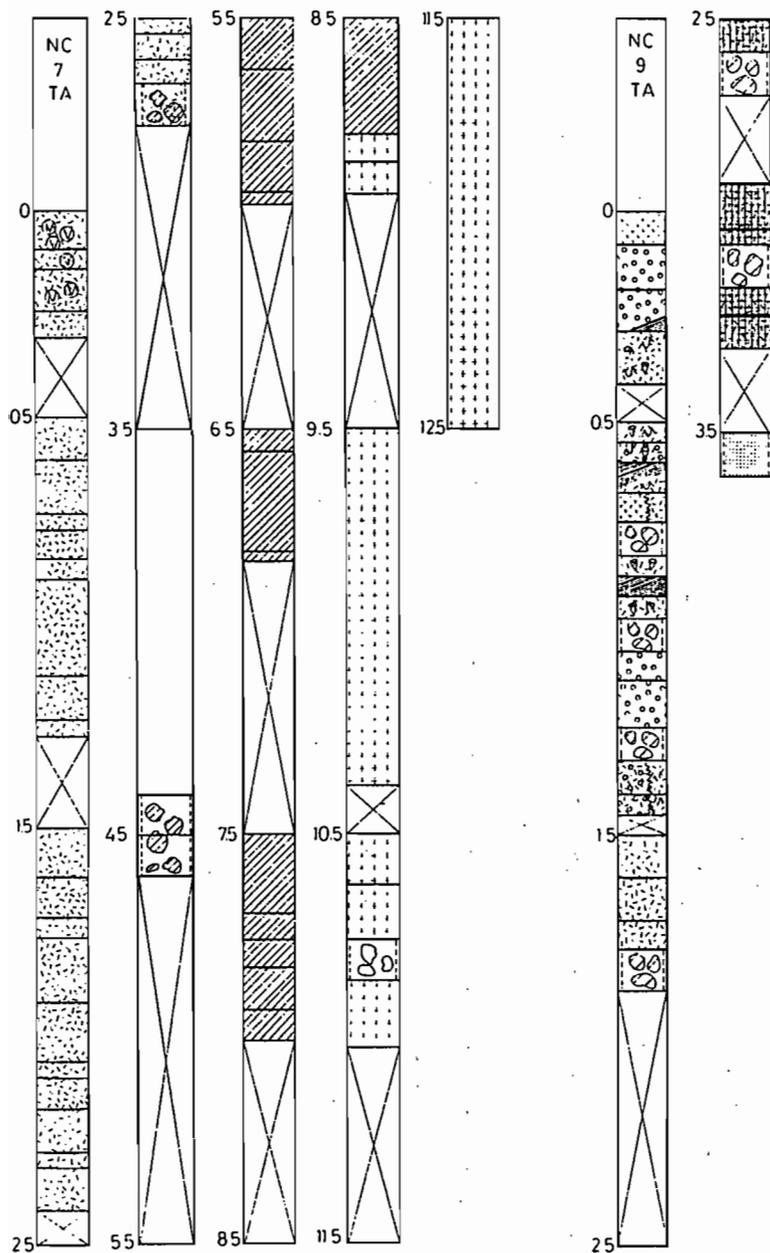


Figure 17 : logs des forages NC.7.TA et NC.9.TA.
(récif de Gouaé)

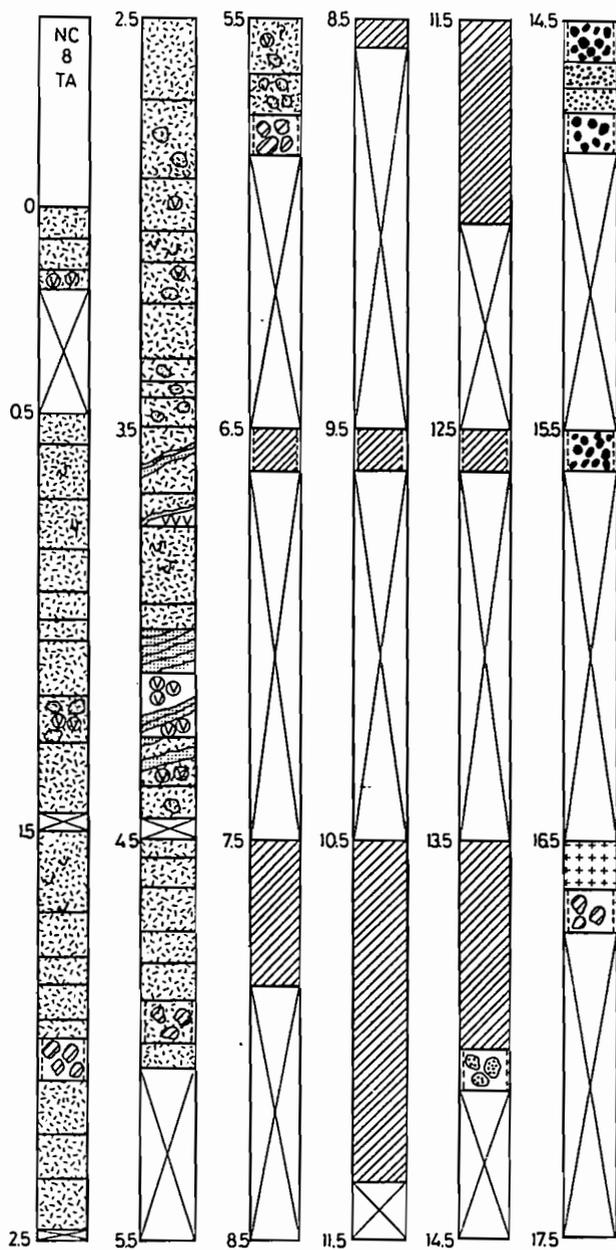


Figure 18 : log du forage NC.8.TA
(récif de Gouaé)

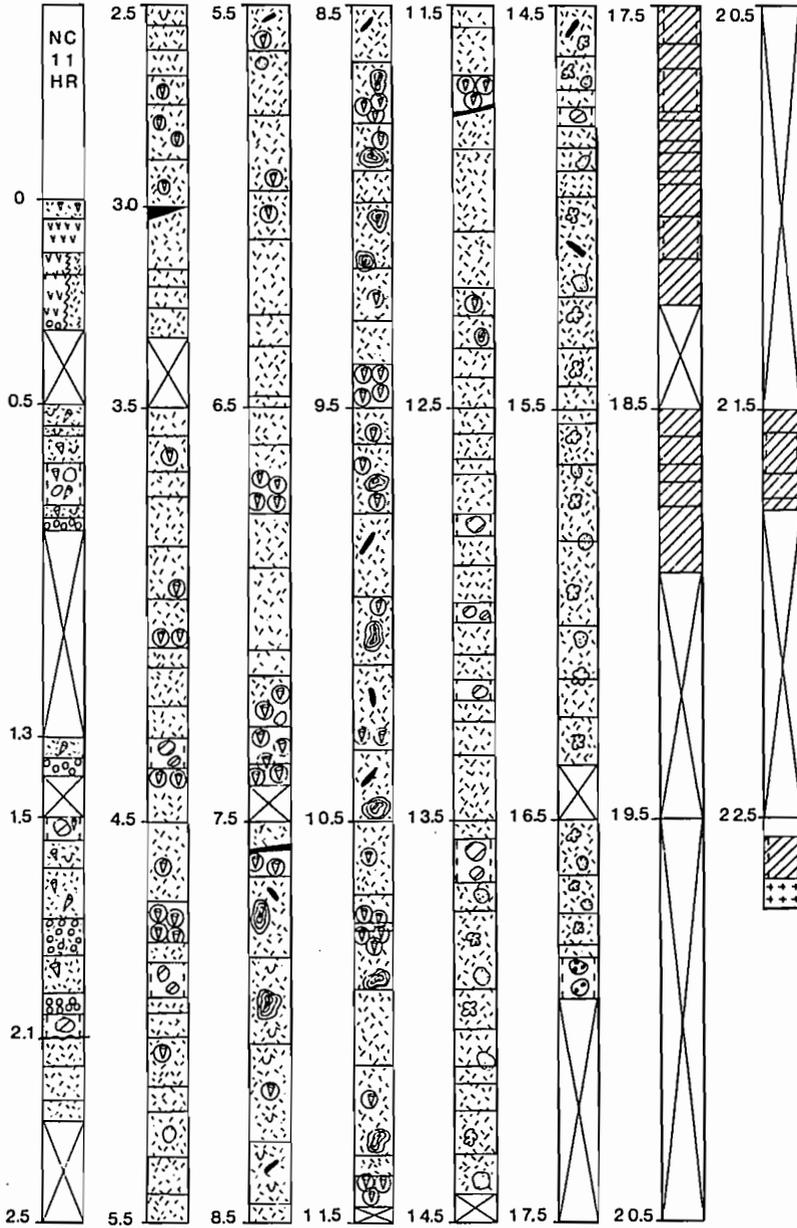


Figure 20 : log du forage NC.11.HR
(récif du "Caillou")

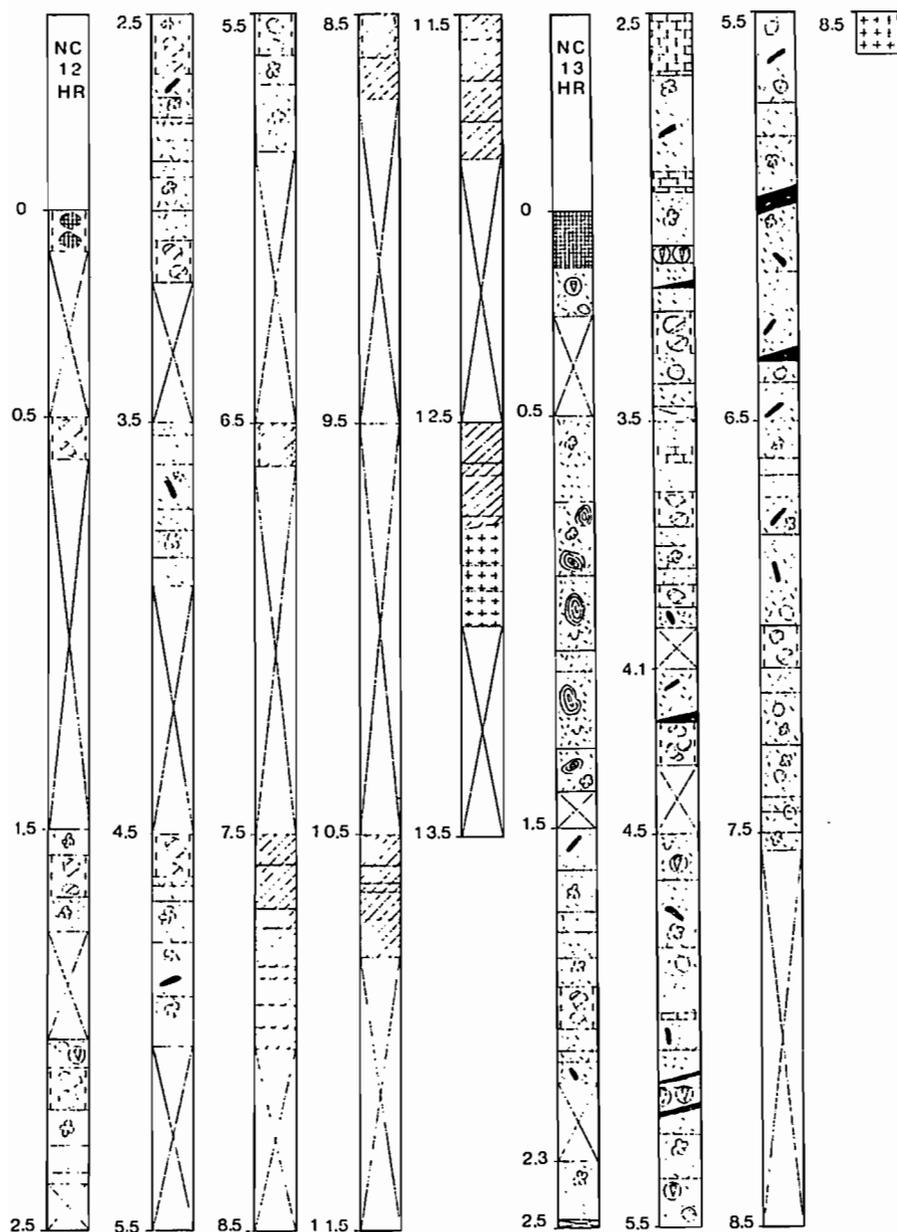


Figure 21 : logs des forage NC.12.HR et NC.13.HR
(récif du "Caillou")

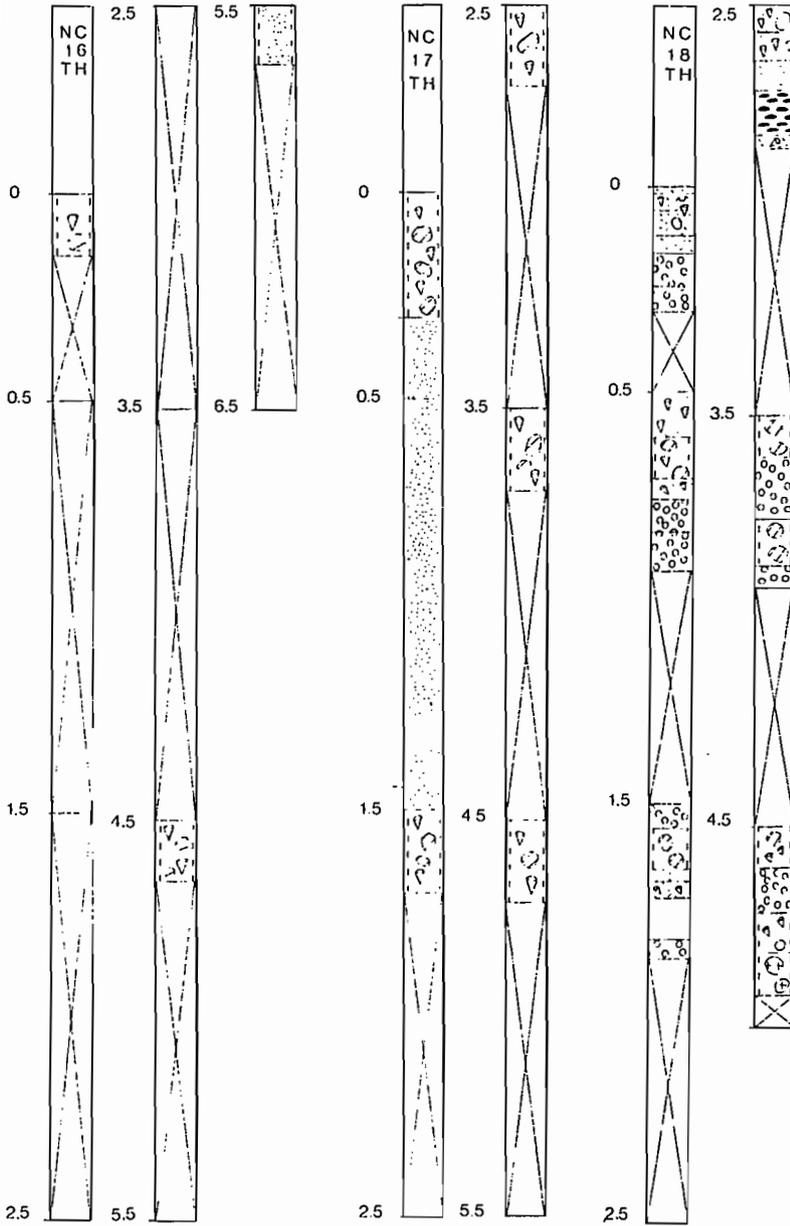


Figure 22 : logs des forages NC.16.TH, NC.17.TH et NC.18.TH (récifs de Thio)

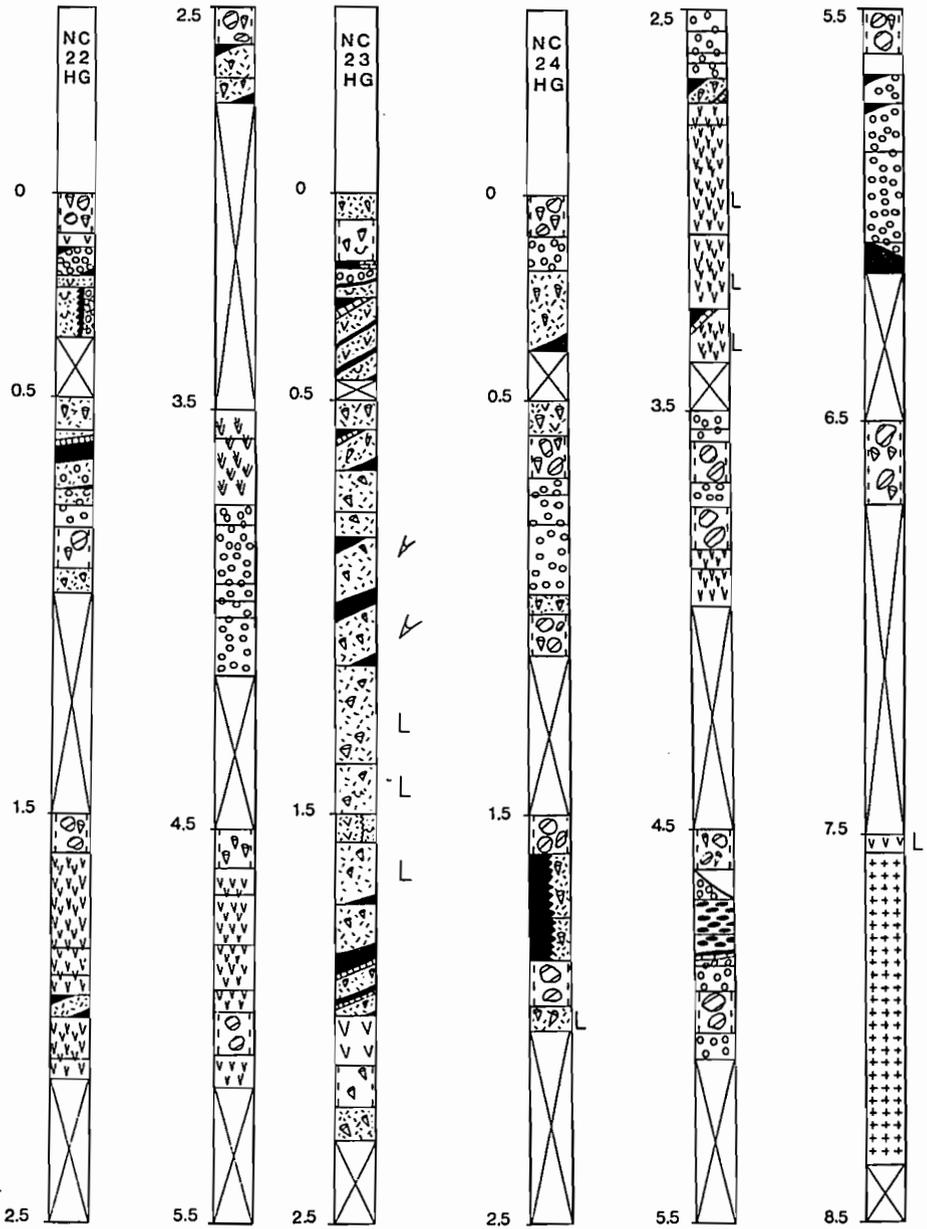


Figure 24 : logs des forages NC.22.HG, NC.23.HG et NC.24.HG (récif de Hienghène)

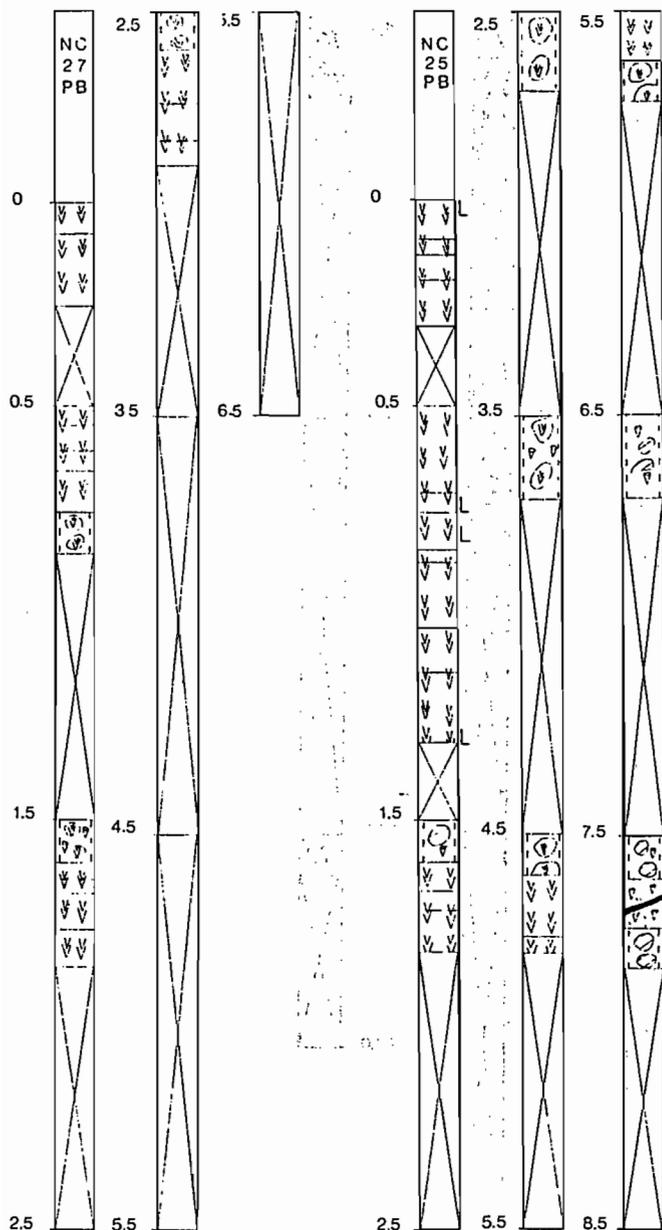


Figure 25 : logs des forages NC.25.PB et NC.27.PB
 (récif de Pouébo-1)

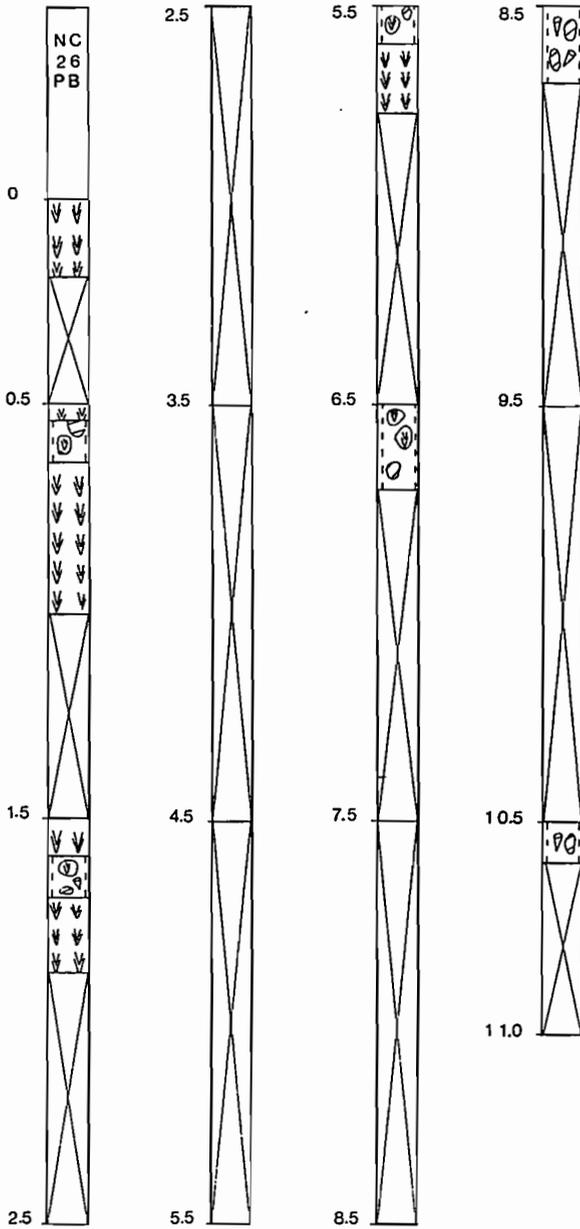


Figure 26 : log du forage NC.26.PB
(récif de Pouébo-1)

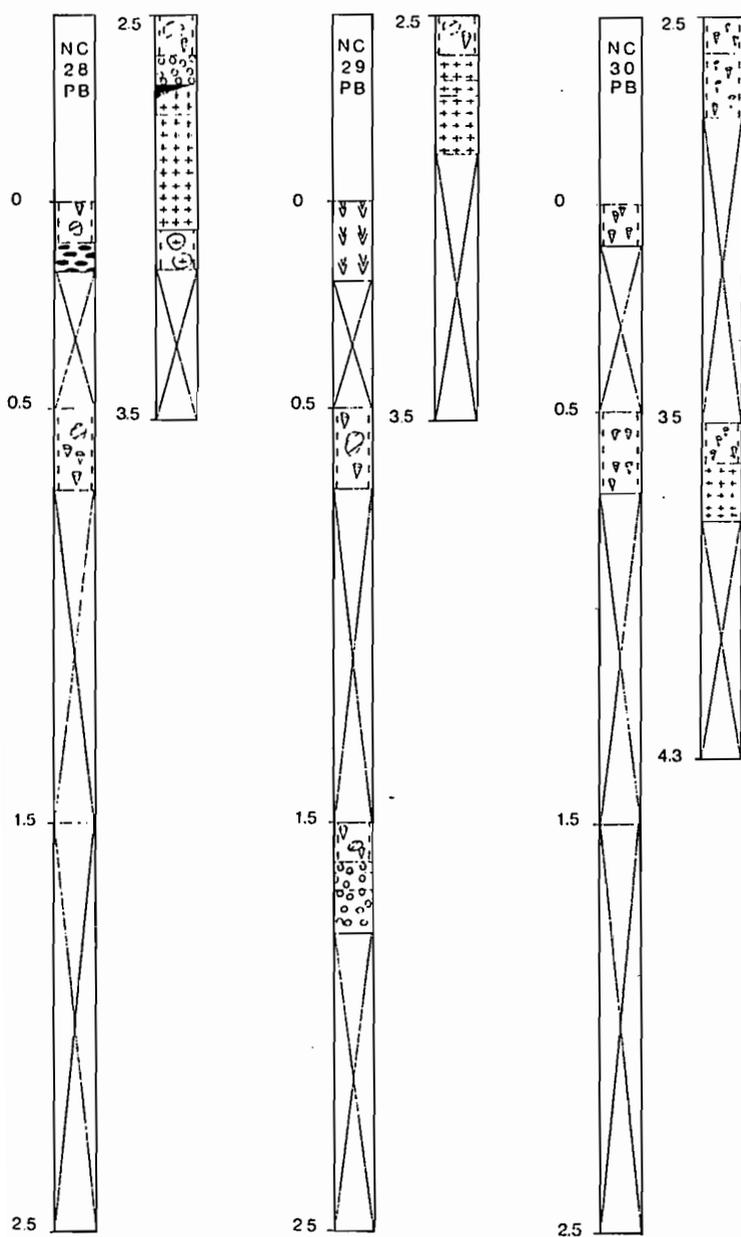


Figure 27 : logs des forages NC.28.PB, NC.29.PB et NC.30.PB (récif de Pouébo-2)

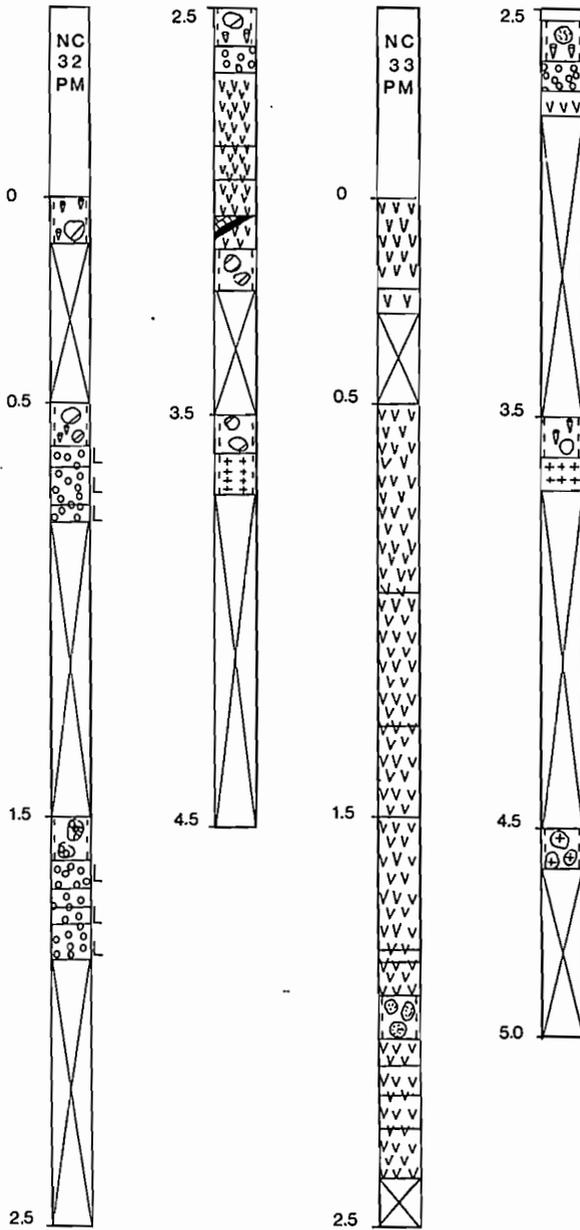


Figure 28 : logs des forages NC.32.PM et NC.33.PM
(récif de Poum)

ANNEXE 3

STATISTIQUE

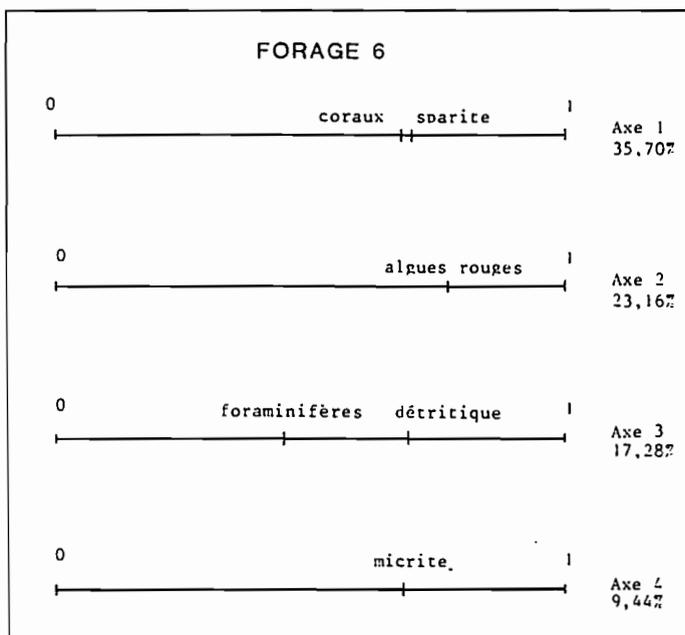


Figure 29 : évolution des contributions relatives des variables dans l'analyse factorielle des correspondances

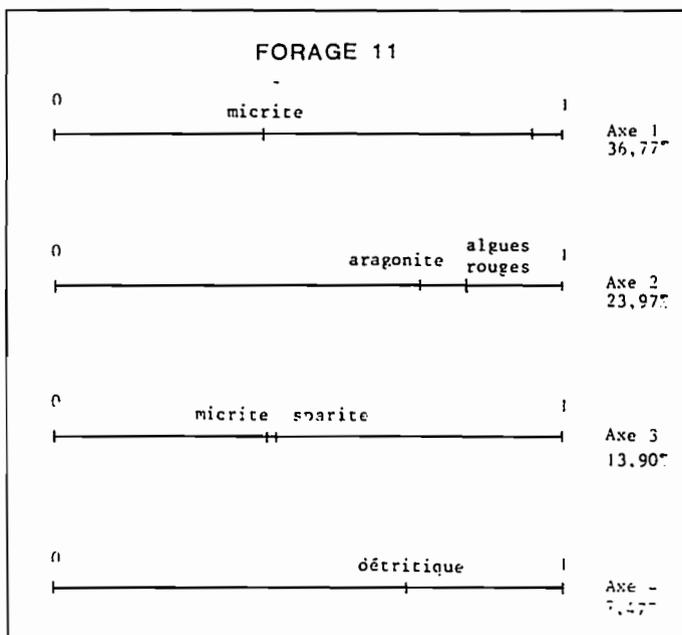


Tableau 1 : forage 6 : comptages de points utilisés dans les analyses statistiques

variables	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
n° des lames										
1	101	57	0	9	6	2	5	0	115	0
2	4	31	0	5	0	0	6	0	115	0
3	11	127	0	4	0	0	6	0	143	0
4	12	225	0	5	0	0	0	0	97	0
5	14	21	6	32	5	0	45	0	71	2
6	16	157	0	2	0	0	0	0	83	0
7	21	0	263	0	0	0	0	0	59	0
8	24	65	84	0	25	0	27	0	108	0
9	25	23	119	0	29	0	9	0	137	0
10	32	13	78	0	22	0	24	0	184	0
11	34	161	27	0	4	0	11	0	61	0
12	35	35	24	6	4	0	11	0	183	39
13	40	0	99	3	9	3	15	0	66	61
14	42	0	6	14	14	2	0	27	82	104
15	46	0	16	26	19	3	0	19	57	101
16	52	0	7	0	0	2	0	21	65	41
17	53	24	17	13	9	0	0	24	95	99
18	56	17	50	8	12	3	0	25	76	106
19	59	131	14	0	0	0	7	0	75	80
20	64	2	73	16	2	0	4	12	77	62
21	68	10	131	9	0	0	15	10	62	94
22	69	16	4	23	1	0	0	0	32	217
23	72	0	13	65	3	0	4	0	36	113
24	81	23	5	13	45	8	0	2	139	42
25	86	0	12	3	35	0	0	48	48	44
26	88	0	23	5	6	9	0	43	25	41
27	91	0	11	0	4	0	0	69	17	23
28	101	51	8	0	4	0	0	11	0	71
29	110	0	42	0	4	0	0	14	5	22
30	113	0	14	17	57	3	0	26	0	82

31 : coraux ; 32 : algues rouges ; 33 : algues vertes ; 34 : mollusques ; 35 : échinodermes ;
 36 : foraminifères ; 37 : détritique ; 38 : micrite ; 39 : sparite ; 40 : porosité

Tableau 2 : forage 11: comptages de points utilisés dans les analyses statistiques

variables	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
n° des lames											
1	2	143	0	0	0	0	0	0	0	0	202
2	4	104	120	0	8	0	26	0	71	2	0
3	7	0	182	0	2	0	43	0	33	32	0
4	11	69	112	0	20	2	33	0	81	4	0
5	17	250	1	0	5	0	2	0	31	0	0
6	20	0	52	0	5	0	10	0	109	0	145
7	22	5	22	0	2	0	5	21	37	0	128
8	25	51	50	0	0	0	5	0	142	0	84
9	30	4	27	0	11	0	9	0	93	0	103
10	33	0	146	0	2	0	2	0	40	0	71
11	37	18	28	0	5	2	3	0	35	0	173
12	42	35	22	0	4	0	7	0	36	0	160
13	48	0	18	0	13	3	13	0	55	0	152
14	55	2	5	0	30	3	4	0	72	0	133
15	58	5	10	0	23	8	9	0	95	0	86
16	62	93	26	2	6	0	0	0	63	0	87
17	66	14	7	0	14	0	9	0	119	0	92
18	69	81	108	0	0	0	5	0	30	0	111
19	74	153	0	0	0	0	0	0	72	0	73
20	76	91	38	0	2	0	2	0	47	0	118
21	78	10	30	10	18	1	19	0	84	0	78
22	80	29	19	0	12	3	12	0	112	0	103
23	82	5	22	2	40	3	16	0	95	0	75
24	84	35	27	0	10	5	11	0	45	0	174
25	90	17	37	0	3	0	6	0	119	0	74
26	91	43	40	0	3	4	4	0	117	0	90
27	94	6	39	0	0	0	6	0	64	0	206
28	95	11	15	0	21	0	6	0	83	0	115
29	98	117	28	0	18	0	2	0	81	0	94
30	100	0	46	0	5	0	14	0	64	0	106
31	111	0	9	0	4	2	4	6	140	0	97
32	118	0	23	0	6	0	10	35	67	0	95
33	125	0	11	2	5	0	20	0	163	0	42
34	129	0	17	0	0	2	12	0	142	0	65
35	135	0	14	0	0	0	45	11	172	0	45
36	143	0	23	4	5	0	15	2	122	0	33
37	148	0	26	0	3	0	62	4	125	0	43
38	153	0	35	2	0	0	32	4	115	0	21
39	154	0	14	0	0	4	21	7	149	0	49

40 : coraux ; 41 : algues rouges ; 42 : algues vertes ; 43 : mollusques ; 44 : échinodermes ;
 45 : foraminifères ; 46 : détritique ; 47 : micrite ; 48 : aragonite ; 49 : sparite ; 50 : porosité

ANNEXE 4

TABLEAUX DE COMPTAGES DE POINTS

FORAGE NC. 1.PV

	39.V	40.H	40.V	43.H	43.V	49.H	49.V	51.H	51.V	52.V	53.H	53.V	66.H	66.V
	47	3	0	8	5	0	22	2	172	0	27	42	72	
	11,0	0,75		2	1,3	5,5	0,5	43		6,75	10,5	18		
	3,16	0,85		1,37	1,1	2,23	0,89	4,85		2,46	3	3,77		
	153	32	0	0	7	0	17	0	69	0	14	31	77	
	38,3	8		1,8	4,25		17,3		6,75	7,75	19,3			
	4,76	2,66		1,3	1,98		3,7		2,46	2,62	3,86			
	63	75	0	11	18	0	14	0	101	0	19	48	55	
	15,8	18,8		2,75	4	3,5	25,3		17,25	11,5	13,8			
	3,57	3,83		1,6	1,9	1,8	4,26		2,54	3,13	3,37			
	62	53	4	15	2	0	10	0	122	0	39	43	50	
	15,5	13,3	1	3,75	0,5	2,5	30,5		9,75	10,8	12,5			
	3,55	3,32	0,98	1,86	0,7	1,53	4,51		2,91	3,04	3,24			
	75	24	14	4	8	4	17	0	191	0	0	28	35	
	18,8	8	3,5	1	2	1	4,25		47,8		7	8,75		
	3,83	2,33	1,8	0,98	1,4	0,98	1,98		4,9		2,5	2,77		
	165	7	0	0	1	0	12	0	102	0	32	56	44	
	38,8	1,75		0,3	3	25,5	6		8	14	11			
	4,77	1,28		0,5	1,67	4,27	2,86		3,4	3,07				
	120	13	0	0	1	0	3	0	145	0	19	81	18	
	30	3,25		0,3	0,75	36,3	4,75		20,3	4,5				
	4,49	1,74		0,5	0,85	4,71	2,08		3,94	2,03				
	6	25	0	4	5	0	24	1	210	0	25	48	52	
	1,5	6,25		1	1,3	6	0,25	52,5		6,25	12	13		
	1,19	2,37		0,98	1,1	2,33	0,49	4,89		2,37	4,16	3,3		
	5	11	0	10	3	0	19	0	211	0	38	37	68	
	1,25	2,75		2,5	0,8	4,75	52,6		9,25	17				
	1,09	1,6		1,53	0,9	2,08	4,89		2,8	2,84	3,68			
	32	37	0	17	0	2	19	0	156	0	34	57	48	
	8	9,25		4,25	0,5	4,75	39		8,5	14,3	11,5			
	2,68	2,84		1,98	0,69	2,08	4,78		2,73	3,43	3,13			
	0	55	0	2	4	0	2	0	205	0	20	70	42	
	13,8	0,5	1	0,5	51,3	0,5	17,5		5,17,5	10,5				
	3,37	0,69	1	0,69	4,9	2,14	3,72		3					
	0	12	0	0	0	0	7	0	292	0	0	61	28	
	3	1,75	73	1,28	4,35									
	1,67													
	154	0	0	0	0	0	0	0	100	12	134	0		
	38,5								25	3	33,5			
	4,77								4,24	1,67	4,63			
	187	0	0	0	0	0	0	0	0	72	51	90	0	
	46,8								18	12,8	22,5			
	4,89								3,77	3,27	4,09			

LAMES COR.	A. RGE A. VTE	MOLL. ECH.	SP. AL FORAM	DETRITICR.	C. ARAC. SPA	POR.	INDET.
1.V	218	0	0	0	0	0	102
	54,5						45,5
	4,88						4,88
9.H	244	0	0	0	0	0	18
	61						5,75
	4,78						2,03
9.V	291	0	0	0	0	0	3
	72,8						0,75
	4,36						0,85
10.H	185	11	0	8	4	0	9
	46,3	2,75		1,5	1	2,25	17,8
	4,89	1,6		1,19	1	1,45	3,74
10.V	142	13	7	0	7	0	8
	35,5	3,25	1,75		1,8	1,5	22,3
	4,69	1,74	1,28		1,3	1,19	4,08
14.V	0	51	0	3	15	0	14
	12,8	0,75	3,8		3,5	3,9	2,25
	3,27	0,85	1,9		1,8	1,82	1,45
19.V	0	93	0	7	10	0	8
	23,3	1,75	2,3		2	0,25	56,3
	4,14	1,28	1,5		0,69	0,49	4,86
21.H	0	29	0	4	1	2	10
	7,25	1	0,3	0,5	2,5		67,5
	2,54	0,98	0,5	0,69	1,53		4,59
21.V	0	59	0	4	8	0	11
	14,8	1	2	2,75	59		3,25
	3,48	0,98	1,4	1,6	4,82		1,74
26.H	209	5	0	0	0	0	0
	52,3	1,25					16,8
	4,9	1,09					3,66
26.V	114	8	0	6	14	0	2
	28,5	1,5		1,5	3,5	0,5	25,3
	4,42	1,19		1,19	1,8	0,69	4,26
28.H	88	27	0	2	1	0	0
	22	6,75		0,5	0,3		10,5
	4,06	2,45		0,69	0,5		4,88
29.H	0	51	0	8	8	1	18
	12,8	2	2	0,25	4,5		68
	3,27	1,37	1,4	0,49	2,03		4,37
39.H	204	14	0	3	0	0	5
	51	3,5		0,75			1,25
	4,9	1,8		0,85			1,09
39.V	47	3	0	8	5	0	22
	11,8	0,75		2	1,3	5,5	0,5
	3,16	0,85		1,37	1,1	2,23	0,89
40.H	153	32	0	0	7	0	17
	38,3	8		1,8	4,25		17,3
	4,76	2,66		1,3	1,98		3,7
40.V	63	75	0	11	18	0	14
	15,8	18,8		2,75	4	3,5	25,3
	3,57	3,83		1,6	1,9	1,8	4,26
43.H	62	53	4	15	2	0	10
	15,5	13,3	1	3,75	0,5	2,5	30,5
	3,55	3,32	0,98	1,86	0,7	1,53	4,51
43.V	75	24	14	4	8	4	17
	18,8	8	3,5	1	2	1	4,25
	3,83	2,33	1,8	0,98	1,4	0,98	1,98
49.H	165	7	0	0	1	0	12
	38,8	1,75		0,3	3	25,5	6
	4,77	1,28		0,5	1,67	4,27	2,86
49.V	120	13	0	0	1	0	3
	30	3,25		0,3	0,75	36,3	4,75
	4,49	1,74		0,5	0,85	4,71	2,08
51.H	6	25	0	4	5	0	24
	1,5	6,25		1	1,3	6	0,25
	1,19	2,37		0,98	1,1	2,33	0,49
51.V	5	11	0	10	3	0	19
	1,25	2,75		2,5	0,8	4,75	52,6
	1,09	1,6		1,53	0,9	2,08	4,89
52.V	32	37	0	17	0	2	19
	8	9,25		4,25	0,5	4,75	39
	2,68	2,84		1,98	0,69	2,08	4,78
53.H	0	55	0	2	4	0	2
	13,8	0,5	1	0,5	51,3	0,5	17,5
	3,37	0,69	1	0,69	4,9	2,14	3,72
53.V	0	12	0	0	0	0	7
	3	1,75	73	1,28	4,35		
	1,67						
66.H	154	0	0	0	0	0	0
	38,5						25
	4,77						4,24
66.V	187	0	0	0	0	0	0
	46,8						18
	4,89						3,77

Pour chaque lame, les lignes correspondent à :

ligne 1 : nombre de points ;

ligne 2 : pourcentage ;

ligne 3 : intervalle de confiance à 5% de risque.

FORAGE NC. 34. PV

LAINES	COR.	A. PGE	A. VIC	HOLL.	ECH.	SP. AL	FORAP	DETR	THICR.	C. AFAC	SPA	POP.	INDET.
1.H	228	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	171	0
	57,3											42,8	
	4,85											4,85	
1.V	212	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	172	11
	53									1,25		43	2,75
	4,87									1,09		4,85	1,6
4.H	253	1	0	0	0	0	0	0	12	4	0	106	22
	63,6	0,25							3	1		26,5	5,5
	4,71	0,49							1,67	0,98		4,33	2,23
4.V	225	62	0	0	0	0	0	0	5	7	0	84	17
	56,3	15,3							1,25	1,75		21	4,25
	4,86	3,53							1,09	1,28		3,99	1,98
10.H	279	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	110	11
	69,8											27,5	2,75
	4,5											4,38	1,6
10.V	245	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	149	8
	61,3											37,3	1,5
	4,77											4,74	1,19
15.H	84	82	2	33	8	0	11	0	92	3	0	49	56
	21	15,5	0,5	8,25	2		1,75		23	0,75		12,3	14
	3,99	3,55	0,69	2,7	1,4		1,6		4,12	0,85		3,21	3,4
23.H	47	87	22	42	10	0	2	0	34	0	0	127	29
	11,8	16,8	5,5	10,5	2,5		0,5		13,5			31,8	7,25
	5,16	3,66	2,23	3	1,5		0,69		3,35			4,56	2,54
23.V	55	48	18	62	0	0	7	0	55	1	0	109	47
	13,6	11,5	4,5	15,5			1,75		13,6	0,25		27,3	11,8
	5,37	3,13	2,03	3,55			1,28		3,37	0,49		4,36	3,18
26.H	91	84	23	23	2	0	7	0	66	0	0	25	79
	22,8	21	5,75	5,75	0,5		1,75		16,5			8,25	19,6
	4,1	3,99	2,28	2,28	0,7		1,28		3,64			2,37	3,9
26.V	108	88	26	23	10	0	3	0	48	0	0	48	54
	26,5	21,3	6,5	3,75	2,5		0,75		11,3			11,5	13,4
	4,35	4,03	2,42	2,28	1,5		0,85		3,13			3,13	3,35
37.H	138	49	25	7	5	0	5	0	44	0	4	61	44
	39	12,3	8,25	1,75	1,3		1,25		11			15,3	11
	4,76	3,21	2,37	1,28	1,1		1,09		3,07		0,98	3,52	3,07
37.V	47	15	53	45	20	0	7	0	88	0	0	70	57
	11,8	3,75	13,3	11,3	5		1,75		21,5			17,5	14,3
	5,16	1,86	3,32	3,1	2,1		1,85		4,03			3,72	3,43
42.H	106	48	28	9	14	0	7	0	83	0	0	74	53
	26,5	12	6,5	2,23	3,5		1,75		15,8			18,5	13,3
	4,33	3,18	2,42	1,45	1,8		1,85		3,57			3,8	3,32
42.V	96	73	20	15	27	0	9	0	37	0	0	45	78
	24	18,3	5	3,75	6,8		2,25		9,25			11,3	19,5
	4,19	3,79	2,14	1,88	2,5		1,45		2,84			3,1	3,88
46.H	65	103	1	1	4	0	10	0	57	0	0	53	57
	16,3	25,8	0,25	0,25	1		2,5		14,3			13,3	14,3
	3,62	4,29	0,49	0,49	1		1,53		3,43			3,32	3,43
46.V	58	62	8	12	7	0	8	0	139	0	0	32	76
	14	15,5	2	3	1,8		2		34,6			8	19
	3,4	3,55	1,37	1,67	1,3		1,37		4,67			2,86	3,84

53.H	45	66	7	22	20	0	5	0	118	0	0	50	67
	11,3	16,3	1,75	5,5	5		1,25		29,5			12,5	16,8
	3,1	3,64	1,28	2,23	2,1		1,09		4,47			3,24	3,66
53.H	211	38	14	5	2	0	1	0	42	0	0	59	28
	52,8	9,5	3,5	1,25	0,5		0,25		10,5			14,8	7
	4,89	2,87	1,8	1,09	0,7		0,48		3			3,48	2,5
53.V	45	58	13	50	3	0	4	0	125	0	0	23	79
	11,3	14,5	3,25	12,5	0,8		1		31,3			5,75	18,8
	3,1	3,45	1,74	3,24	0,9		0,98		4,54			2,28	3,9
58.H	15	94	8	12	9	0	11	0	156	0	0	14	81
	3,75	23,5	2	3	2,3		2,75		39			3,5	20,3
	1,86	4,16	1,37	1,67	1,5		1,6		4,79			1,8	3,94
58.V	38	85	11	22	2	0	0	0	134	0	7	30	73
	9	21,3	2,75	5,5	0,5				33,5		1,75	7,5	18,3
	2,8	4,01	1,6	2,23	0,7				4,83		1,28	2,58	3,79
60.V	27	111	8	8	5	0	13	0	137	0	0	38	57
	6,75	27,6	2	1,5	1,3		3,25		34,3			9	14,3
	2,48	4,39	1,37	1,19	1,1		1,74		4,65			2,8	3,43
65.H	47	139	4	16	12	0	5	0	87	0	0	29	81
	11,8	34,8	1	4	3		1,25		18,8			7,25	20,3
	3,16	4,67	0,98	1,92	1,7		1,09		3,66			2,54	3,94
65.V	52	112	18	11	10	0	7	0	92	0	20	22	58
	13	28	4,5	2,75	2,5		1,75		23		5	5,5	14
	3,3	4,4	2,03	1,6	1,5		1,28		4,12		2,14	2,23	3,4
73.H	38	140	7	1	5	0	10	0	130	0	0	12	58
	9	35	1,75	0,25	1,3		2,5		32,3			3	14,8
	2,8	4,87	1,28	0,49	1,1		1,53		4,59			1,87	3,48
73.V	51	87	6	11	2	0	11	0	148	0	0	36	50
	12,8	21,8	1,5	2,75	0,5		2,75		36,5			9	12,5
	3,27	4,04	1,19	1,6	0,7		1,6		4,72			2,8	3,24
74.H	120	72	4	3	8	0	9	0	96	0	0	46	44
	30	18	1	0,75	1,5		2,25		24			11,5	11
	4,49	3,77	0,98	0,85	1,2		1,45		4,19			3,13	3,07
74.V	48	108	18	16	4	0	9	0	118	0	0	31	53
	11,5	27,3	4	4	1		2,25		29			7,25	13,3
	3,13	4,38	1,92	1,92	1		1,45		4,45			2,62	3,32
85.H	70	71	0	2	4	0	4	0	168	0	0	17	84
	17,5	17,8		0,5	1		1		42			4,25	16
	3,72	3,74		0,69	1		0,98		4,84			1,98	3,8
85.V	14	91	0	3	3	0	8	0	178	0	0	23	82
	3,5	22,8		0,75	0,8		2		44			5,75	20,5
	1,8	4,11		0,85	0,9		1,37		4,86			2,28	3,96
96.H	0	88	0	4	8	0	29	0	157	0	51	46	37
	17	1		1	2		7,25		39,3		12,8	11,3	8,25
	3,68	0,98		1,4	2,54		4,79		3,27		3,13	2,84	
96.V	0	72	0	5	8	0	35	0	197	0	24	21	40
	18	1,25	1,5	0,75			49,3		6		5,23	10	
	3,77	1,09	1,2	2,77			4,9		2,33		2,19	2,94	
99.H	0	59	0	12	13	0	38	0	187	0	34	22	35,5
	14,8	3	3,8	9,5			46,8		8,5		5,5	8,25	
	3,48	1,87	1,9	2,87			4,89		2,75		2,23	2,7	
99.V	0	95	0	7	12	0	21	0	197	0	12	23	33
	23,8	1,75	3	5,25			49,3		3		5,75	8,25	
	4,17	1,28	1,7	2,19			4,9		1,67		2,28	2,7	

LAMES	COR.	A.	RGE	A.	VTE	MOLL.	ECH.	SP.	AL	FORAM	DETRIT	MICR.	C.	ARAC.	SPA	POR.	INDET
4.H	237	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	148	15
	59,3															37	3,75
	1,82															4,73	1,86
4.V	253	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	140	4
	63,3									0,75						35	1
	1,72									0,65						4,67	0,98
5.H	188	0	0	0	0	38	0	0	0	47	0	0	0	0	0	123	4
	47					9,5				11,8						30,8	1
	1,89					2,87				3,16						4,52	0,90
5.V	263	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0	0	110	3
	65,8									2						27,5	0,75
	1,65									1,37	1,92					4,38	0,85
7.H	217	17	0	0	0	0	0	0	0	42	3	0	0	0	0	119	2
	54,3	4,25								10,5	0,75					29,8	0,5
	1,88	1,98								3	0,65					4,48	0,69
7.V	180	39	0	0	0	5	0	0	0	31	17	0	0	0	0	126	22
	40	9,75				1,25				7,75	4,25					31,5	5,5
	1,8	2,9				1,09				2,62	1,98					4,55	2,25
8.H	79	48	79	25	8	4	9	0	15	0	0	0	0	0	0	84	51
	19,8	12	19,8	6,25	1,5	1	2,25		3,75							21	12,8
	3,9	3,18	3,9	2,37	1,2	0,98	1,45		1,88							3,99	3,27
8.V	42	47	100	29	8	4	12	0	8	0	15	39	96				
	10,5	11,8	25	7,25	2	1	3		2		3,75	9,75	24				
	3	3,16	4,24	2,54	1,4	0,98	1,67		1,37		1,88	2,91	4,18				
10.H	3	111	10	32	8	0	7	0	131	0	0	0	48	50			
	0,75	27,8	2,5	8	2		1,75		32,8				12	12,5			
	0,85	4,39	1,53	2,66	1,4		1,28		4,6				3,18	3,24			
10.V	11	118	17	15	13	0	14	0	69	2	0	43	98				
	2,75	29,5	4,25	3,75	3,3		3,5		17,3	0,5		10,8	24,5				
	1,6	4,47	1,98	1,86	1,7		1,8		3,7	0,69		3,03	4,21				
12.H	200	6	4	2	3	0	13	0	52	4	0	63	53				
	50	1,5	1	0,5	0,8		3,25		13	1		15,8	13,3				
	1,9	1,19	0,98	0,69	0,9		1,74		3,3	0,98		3,57	3,32				
12.V	93	81	0	14	0	0	6	0	98	9	0	36	63				
	23,3	20,3		3,5			1,5		24,5	2,25		9	15,8				
	4,14	3,94		1,8			1,19		4,21	1,45		2,8	3,57				
15.H	30	26	12	7	2	0	4	0	197	0	4	53	65				
	7,5	6,5	3	1,75	0,5		1		49,3		1	13,3	16,3				
	2,58	2,41	1,67	1,28	0,7		0,98		4,9		0,98	3,32	3,62				

19.H	170	33	3	9	0	0	26	0	57	2	0	89	11
	42,5	8,25	0,75	2,25			6,5		14,3	0,5		22,3	2,75
	1,84	2,7	0,85	1,45			2,42		3,45	0,69		4,08	1,6
20.H	217	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	183	0
	54,3											45,8	
	1,88											4,88	
24.H	51	8	4	2	0	0	5	0	222	0	10	47	55
	12,8	2	1	0,5			0,75		55,5		2,5	11,8	13,3
	3,27	1,37	0,98	0,69			0,85		4,87		1,53	3,16	3,32
24.V	44	0	0	6	6	0	8	0	224	0	12	45	55
	11			1,5	1,5		2		56		3	11,3	13,8
	3,07			1,19	1,2		1,37		4,86		1,67	3,1	3,37
27.H	55	11	0	0	2	0	2	0	221	0	8	58	45
	13,8	2,75			0,5		0,5		55,3		2	14,5	10,8
	3,37	1,8			0,7		0,69		4,87		1,37	3,45	3,03
27.V	61	8	0	0	2	0	7	0	226	0	0	23	73
	15,3	2			0,5		1,75		56,5			5,75	18,3
	3,52	1,37			0,7		1,28		4,86			2,28	3,79
38.H	54	0	0	2	0	0	2	0	230	0	0	27	85
	13,5			0,5			0,5		57,5			6,75	21,3
	3,35			0,69			0,69		4,84			2,46	4,01

FORAGE NC.35.PV

LAMES COR.	A. RGE	A. VTE	MOLL.	ECH.	SP. AL	FORAF	DETRIT	MICR.	C. ARAC.	SPA POR.	INDET.		
1	261	16	0	0	0	0	0	8	2	0	102	11	
	65,3	4						2	0,5		25,5	2,75	
	4,67	1,92						1,37	0,49		4,27	1,8	
5	242	0	0	0	0	0	0	11	3	0	140	4	
	60,5							2,75	0,75		35	1	
	4,79							1,6	0,55		4,67	0,48	
6	5	43	0	32	0	25	39	0	137	1	0	91	27
	1,25	10,8		8		6,25	9,75		34,1	0,25		22,6	6,75
	1,09	3,04		2,66		2,37	2,91		4,63	0,49		4,1	2,40
11	17	216	0	16	0	0	0	0	69	2	0	73	7
	4,25	54		4					17,3	0,5		16,3	1,75
	1,96	4,88		1,92					3,7	0,69		3,79	1,28
14	65	75	0	13	0	0	0	16	145	0	0	68	20
	16,3	18,3		3,25					4	33,8		17	5
	3,62	3,63		1,74					1,92	1,22		3,68	2,14
16	104	62	0	0	0	0	0	0	77	3	0	142	12
	26	15,3							19,3	0,75		35,3	3
	4,3	3,53							3,68	0,85		4,69	1,67
18	81	66	0	5	0	0	11	0	147	0	5	56	29
	20,3	16,5		1,25					2,75	36,8		1,25	14
	3,94	3,64		1,09					1,6	3,8		1,09	3,4
19	21	6	0	2	0	0	2	2	218	0	71	50	23
	3,25	2		0,5					0,5	0,5	34,8	17,8	12,5
	3,99	1,37		0,69					0,69	0,69	4,88	3,74	3,24
23	0	15	16	11	0	0	31	0	150	0	59	50	68
	4,25	4	2,75						37,5		14,8	12,5	17
	1,96	1,9	1,6						2,62	4,74		3,48	3,24
25	0	10	0	16	0	0	22	0	163	0	63	72	32
	2,5			4,5					5,5		40,8	20,8	18
	1,53			2,03					2,23		4,82	3,97	3,77
32	0	17	14	14	0	0	22	0	179	0	66	34	54
	1,25	3,5	3,5						5,5		16,3	8,5	13,5
	1,96	1,8	1,8						2,23		4,67	3,64	2,73
33	0	7	10	17	0	0	21	0	198	0	62	30	33
	1,75	2,5	4,25						3,25		19,5	20,5	7,5
	1,29	1,5	1,98						2,19		4,9	3,96	2,56
36	14	6	2	10	2	2	6	0	200	0	80	54	24
	3,5	1,5	0,5	2,5	0,5	0,5	1,5		50		20	13,5	6
	1,8	1,18	0,7	1,53	0,7	0,69	1,19		4,9		3,92	3,35	2,33
39	216	0	0	0	0	0	0	0	66	0	31	56	9
	54,5								16,5		12,6	14	2,25
	4,66								3,64		3,27	3,4	1,45
41	234	3	0	0	0	0	1	0	67	0	23	62	10
	58,5	0,75							0,25		16,8	5,75	15,5
	4,83	0,63							0,49		3,68	2,28	3,53
46	0	139	0	28	0	0	0	0	193	2	0	26	12
	34,8			7					48,3	0,5		6,5	3
	4,67			2,5					4,9	0,69		2,42	1,67
46	265	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	135	0
	66,3											33,6	
	4,63											4,63	

FORAGE NC. 2. TA

LAMES COR.	A. RGE	A. VTE	MOLL.	ECH.	SP. AL	FORAF	DETRIT	MICR.	C. ARAC.	SPA POR.	INDET.		
1	16	154	0	0	0	0	0	5	0	125	0	57	29
	4	36,5							1,25	31,3		14,3	7,25
	1,92	4,77							1,09	4,54		3,43	2,54
1.8	0	25	41	6	0	0	9	0	136	0	37	74	72
		6,25	10,3	1,5					2,25	34		9,25	18,5
		2,37	2,97	1,19					1,45	4,64		2,84	3,6
2.A	0	220	0	1	0	0	2	4	88	0	36	38	13
		55		0,25					0,5	1	22	9	3,25
		4,88		0,49					0,69	0,98	4,06	2,8	2,8
3.A	0	192	0	0	0	82	2	0	47	0	40	36	21
		48				15,5	0,5		11,6		10	9	5,25
		4,9				3,55	0,69		3,16		2,94	2,8	2,18
3.E	0	66	41	12	0	4	0	0	109	0	57	57	54
		16,5	10,3	3		1			27,3		14,3	14,3	13,5
		3,64	2,97	1,67		0,98			4,36		3,43	3,43	3,35
4	0	65	34	0	2	8	20	0	109	0	16	59	64
		21,3	8,5		0,5	2,25	5		27,3		4,5	14,8	16
		4,01	2,73		0,7	1,45	2,14		4,36		2,03	3,48	3,6
10	8	18	4	0	0	0	23	23	193	0	19	64	48
	2	4,5	1				5,75	5,75	48,3		4,75	16	12
	1,37	2,03	0,98				2,28	2,26	4,9		2,06	3,6	3,16
11	17	37	36	10	1	6	7	5	121	0	40	43	77
	4,25	9,25	9	2,5	0,3	1,5	1,75	1,25	30,3		10	10,8	19,3
	1,98	2,84	2,8	1,53	0,5	1,19	1,26	1,09	4,5		2,94	3,04	3,66
14	127	4	2	0	0	0	0	0	85	0	51	129	24
	31,8	1	0,5						0,6		12,6	32,3	6
	4,58	0,66	0,69						3,57		3,27	4,58	2,33
17	52	21	65	5	0	4	2	2	80	0	51	50	60
	13	5,25	16,3	1,25		1	0,5	0,5	22		12,8	12,5	15
	3,3	2,19	3,62	1,09		0,98	0,69	0,69	4,06		3,27	3,24	3,5
18	33	80	25	2	0	9	4	4	97	0	56	29	59
	8,25	20	6,25	0,5		2,25	1	1	24,3		14,5	7,25	14,8
	2,7	3,92	2,37	0,69		1,45	0,98	0,98	4,2		3,45	3,21	3,48
21	5	18	2	8	0	0	7	23	91	0	69	60	119
	1,25	4	0,5	2			1,75	5,75	22,6		17,3	15	29,8
	1,09	1,92	0,69	1,37			1,26	2,28	4,1		3,7	3,5	4,48
31	122	2	0	0	0	0	3	0	136	18	55	39	23
	30,5	0,5					0,75		34,5	4,5	13,8	9,75	5,75
	4,51	0,69					0,65		4,66	2,03	3,37	2,91	2,28

G. Cabioch
FORAGE NC. 5. TA

FORAGE NC.10.HR (suite)

16	0	52	0	10	4	0	33	0	62	0	95	93	51
		13		2,5	1		8,25		15,5		23,8	23,3	12,8
		3,3		1,53	1		2,77		3,55		4,17	4,14	3,27
20	0	39	0	10	1	0	18	0	95	0	112	89	36
		9,75		2,5	0,3		4,5		23,8		28	22,3	9
		2,91		1,53	0,5		2,03		4,17		4,4	4,08	2,8
23	0	68	0	3	2	3	10	0	71	0	97	88	60
		16,5		0,75	0,5	0,75	2,5		17,8		24,5	22	15
		3,64		0,85	0,7	0,85	1,53		3,74		4,2	4,06	3,5
34	0	49	0	0	20	0	21	0	8	0	89	145	66
		12,3			5		5,25		2		22,3	36,3	17
		3,21			2,1		2,19		1,37		4,08	4,71	3,68
37	8	76		4	0	0	23	0	14	0	131	65	79
		2		19	1		5,75		3,5		32,8	16,3	19,8
		1,37		3,84	0,98		2,28		1,8		4,8	3,62	3,9
45	19	28	9	12	0	0	11	2	22	0	142	47	108
		4,75		7	2,3	3	2,75		0,5		35,5	11,8	27
		2,08		2,5	1,5	1,67	1,6		0,69		4,69	3,18	4,35
46	6	51	4	8	6	0	2	0	0	0	171	57	95
		1,5		12,8	1	2	1,5		0,5		42,8	14,3	23,8
		1,19		3,27	1	1,37	1,2		0,69		4,85	3,43	4,17

51	18	53	0	7	10	0	11	4	18	0	99	78	108
		4		13,3	1,75	2,5	2,75		1		24,8	19	27
		1,92		3,32	1,28	1,5	1,8		0,98		4,23	3,84	4,35
55	0	33	0	3	8	0	8	0	10	0	76	179	83
		8,25		0,75	2		2		2,5		19	44,8	20,8
		2,7		0,85	1,4		1,37		1,53		3,84	4,87	3,97
59	5	80	5	0	3	0	21	0	4	0	28	178	76
		1,25		20	1,3	0,8	5,25		1		7	44,5	19
		1,09		3,92	1,1	0,9	2,19		0,98		2,5	4,87	3,84
62	10	21	5	4	15	0	12	11	0	0	81	137	104
		2,5		5,25	1,3	1	3,8		3		20,3	34,3	26
		1,53		2,19	1,1	0,98	1,9		1,8		3,94	4,65	4,3
69	0	177	0	0	5	1	24	0	6	0	98	52	37
		44,3			1,3	0,25	6		1,5		24,5	13	9,25
		4,87			1,1	0,49	2,33		1,19		4,21	3,3	2,84
70	0	169	1	1	6	0	21	0	0	0	86	80	36
		42,3		0,3	0,25	1,5	5,25				21,5	20	9
		4,84		0,5	0,49	1,2	2,19				4,03	3,92	2,8
74	0	21	11	5	7	0	37	25	64	0	47	119	64
		5,25		2,8	1,25	1,8	9,25		6,25		11,8	29,8	18
		2,19		1,6	1,09	1,3	2,84		2,37		3,16	4,48	3,6

FORAGE NC.5.TA (suite)

32	180	19	0	2	0	0	4	7	117	0	55	21	15
		40		4,75		0,5	1	1,75	29,3		13,8	5,25	3,75
		4,8		2,08		0,69	0,98	1,28	4,46		3,37	2,19	1,88
40	12	15	10	10	0	2	19	13	155	0	44	38	82
		3		3,75		2,5	0,5	4,75	3,25		11	9,5	20,5
		1,67		1,88		1,53	0,69	2,08	1,74		3,07	2,67	3,98
47	247	0	0	0	0	0	4	0	35	0	44	41	29
		61,8					1	6,75			11	10,3	7,25
		4,78					0,98	2,77			3,07	2,97	2,54
51	70	5	2	5	0	0	11	0	163	0	48	48	50
		17,5		1,25		0,5	1,25		2,75		12	11,5	12,5
		3,72		1,09		0,69	1,09		1,6		3,18	3,13	3,24
58	6	17	2	2	0	0	8	0	212	0	32	38	65
		1,5		4,25		0,5	0,5		1,5		8	9,5	21,3
		1,19		1,98		0,69	0,69		1,19		2,68	2,87	4,01
64	28	37	3	0	0	0	8	13	224	0	6	60	21
		7		9,25		0,75	2	3,25	36		1,5	15	5,25
		2,5		2,84		0,85	1,37	1,74	4,87		1,19	3,5	2,19
68	0	21	0	2	0	0	10	25	81	0	84	31	148
		5,25		0,5			2,5	6,25	20,3		21	7,75	36,5
		2,19		0,69			1,53	2,37	3,54		3,99	2,62	4,72

FORAGE NC.10.HR

LAMES	COR.	A.	RGE	A.	VTEMOLL.	ECH.	SP.	AL	FORA	DET	TRITHICR.	C.	ARAC.	SPA	POR.	INDET.
1	158	0	0	5	0	0	9	0	90	0	0	126	12			
	39,5			1,25			2,25		22,5			31,5	5			
	4,79			1,09			1,45		4,09			4,55	1,67			
3	128	30	2	17	0	0	8	0	154	0	0	33	28			
	32			7,5		0,5	4,25		2			38,5	7			
	4,57			2,58		0,7	1,98		1,37			4,77	2,7			2,5
5	0	19	4	15	2	2	2	0	128	0	76	49	103			
		4,75		1		3,75	0,5	0,5	0,5		32	19	12,3		25,8	
		2,08		1		1,98	0,7	0,69	0,69		4,57	3,84	3,21		4,28	
7	2	27	0	11	0	0	8	0	74	0	151	97	30			
		0,5		6,75			2,75		2		18,5	37,8	24,3		7,5	
		0,69		2,46			1,6		1,37		3,8	4,75	4,2		2,58	
12	11	14	3	21	0	1	12	0	35	0	170	81	52			
		2,75		3,5		0,8	5,25		0,25		8,75	42,5	20,3		13	
		1,8		1,8		0,9	2,19		0,49		2,77	4,84	3,94		3,3	
15	3	33	3	11	2	7	25	0	47	0	132	70	67			
		0,75		8,25		0,8	2,75		0,5		1,75	6,25	11,8		16,8	
		0,85		2,7		0,9	1,6		0,7		1,28	2,77	3,16		4,6	

LAHES	COB.	A.	RGE	A.	VIE	110LL.	ECH.	SP.	AL	FORAP	DET	TRIT	MICR.	C.	ARAC.	SPA	FOR.	INDOCT
1	101	57	0	9	6	2	5	0	115	0	0	41	64					
	25,3	14,3		2,25	1,5	0,5	1,25		20,8			10,3	18					
	4,26	3,43		1,45	1,2	0,69	1,09		4,44			2,67	3,8					
4	81	96	0	5	0	0	8	0	115	0	0	72	25					
	20,3	24		1,25			1,5		28,8			18	6,25					
	3,94	4,19		1,09			1,19		4,44			3,77	2,37					
11	127	24	0	4	0	0	6	0	148	0	0	37	54					
	31,6	6		1			1,5		37			9,25	13,5					
	4,56	2,33		0,96			1,19		4,73			2,84	3,35					
12	223	11	0	3	0	0	0	0	93	0	0	49	21					
	55,8	2,75		0,75					23,3			12,3	3,25					
	4,67	1,6		0,85					4,14			3,21	2,19					
14	28	79	6	32	5	0	45	0	71	0	2	80	72					
	7	19,8	1,5	8	1,3		11,3		17,8			0,5	15					
	2,5	3,9	1,19	2,06	1,1		3,1		3,74		0,69	3,5	3,77					
16	157	79	0	2	0	0	0	0	83	0	0	40	39					
	39,3	19,8		0,5					20,8			10	8,75					
	4,78	3,9		0,69					3,97			2,94	2,91					
21	0	263	0	25	0	0	0	0	59	0	0	35	18					
		65,8		6,25					14,8			8,75	4,5					
		4,65		2,37					3,48			2,77	2,03					
24	65	84	0	28	0	0	27	0	108	0	0	39	51					
	16,3	21		6,5			8,75		27			9,75	12,8					
	3,62	3,99		2,42			2,48		4,35			2,91	3,27					
28	28	149	0	20	0	0	9	0	137	0	0	19	38					
	7	37,3		5			2,25		34,3			4,75	9,5					
	2,5	4,74		2,14			1,45		4,85			2,08	2,67					
32	13	78	0	22	0	0	20	0	184	0	0	19	84					
	3,25	19,5		5,5			5		48			4,75	18					
	1,74	3,88		2,23			2,14		4,88			2,68	3,6					
34	161	27	0	4	0	0	14	0	81	7	0	80	48					
	40,3	6,75		1			3,5		15,3	1,75		20	11,5					
	4,81	2,46		0,98			1,8		3,52	1,28		3,92	3,13					
35	35	24	6	4	0	0	11	0	188	0	30	21	81					
	8,75	6	1,5	1			2,75		47		7,5	5,25	20,3					
	2,77	2,33	1,19	0,98			1,8		4,89		2,58	2,19	3,94					
40	0	99	3	9	3	0	13	0	86	0	81	103	43					
		24,8	0,75	2,25	0,8		3,25		16,5		15,3	25,8	10,8					
		4,23	0,65	1,45	0,9		1,74		3,64		3,52	4,29	3,04					
42	0	6	14	14	2	0	27	0	82	0	108	89	58					
		1,5	3,5	3,5	0,5		9,75		20,5		27	22,3	14,5					
		1,17	1,8	1,6	0,7		2,48		3,96		4,35	4,08	3,45					
46	8	16	28	18	3	0	19	0	57	0	101	75	77					
		7	4	6,5	4,5	0,8	4,75		14,3		25,3	18,8	19,3					
		1,37	1,92	2,42	2,03	0,9	2,08		3,43		4,28	3,83	3,88					
52	109	7	0	0	2	0	21	0	85	0	41	85	70					
		27,3	1,75		0,5		5,25		16,3		10,3	21,3	17,5					
		4,36	1,98		0,7		2,19		3,62		2,97	4	3,72					

53	24	17	13	9	0	0	24	0	95	0	99	68	51					
	8	4,25	3,25	2,25			8,25		23,8		24,8	17	12,8					
	2,33	1,98	1,74	1,45			2,37		4,17		4,23	3,68	3,27					
56	17	50	8	12	3	0	25	3	78	0	108	76	24					
	4,25	12,5	2	3	0,8		6,25	0,75	19		26,5	19	8					
	1,98	3,24	1,37	1,67	0,9		2,37	0,85	3,84		4,33	3,84	2,33					
59	101	14	0	0	0	0	7	0	75	0	80	98	25					
	25,3	3,5					1,75		18,8		20	24,5	6,25					
	4,26	1,8					1,28		3,83		3,92	4,21	2,37					
64	2	78	16	2	0	4	12	3	77	0	62	87	57					
	0,5	19,5	4	0,5		1	3	0,75	19,3		15,5	21,8	14,3					
	0,69	3,88	1,92	0,69		0,98	1,67	0,85	3,86		3,55	4,04	3,43					
68	10	131	9	0	0	0	15	10	62	0	94	41	28					
	2,5	32,8	2,25				3,75	2,5	15,5		23,5	10,3	7					
	1,53	4,6	1,45				1,88	1,53	3,55		4,16	2,97	2,5					
69	16	4	23	1	0	0	0	0	32	0	217	69	38					
	4	1	5,75	0,25					8		54,3	17,3	9,5					
	1,92	0,98	2,28	0,49					2,66		4,88	3,7	2,87					
72	0	13	85	3	0	0	4	0	36	0	113	99	67					
		3,25	16,3	0,75			1		9		28,3	24,8	16,8					
		1,74	3,62	0,65			0,98		2,8		4,41	4,23	3,86					
81	23	5	13	45	8	0	0	2	139	0	42	85	38					
	5,75	1,25	3,25	11,3	2			0,5	34,8		10,5	21,3	9,5					
	2,28	1,09	1,74	3,1	1,4			0,69	4,67		3	4,01	2,87					
88	0	12	3	35	0	0	48	62	48	0	44	34	114					
		3	0,75	8,75			12	15,5	12		11	8,5	28,5					
		1,67	0,85	2,77			3,18	3,55	3,18		3,07	2,73	4,42					
88	0	23	5	6	9	0	43	26	41	0	58	36	155					
		5,75	1,25	1,5	2,3		10,8	6,5	10,3		14	9	38,8					
		2,28	1,09	1,19	1,5		3,04	2,42	2,97		3,4	2,8	4,77					
91	0	11	0	4	0	0	69	17	23	0	49	56	171					
		2,75		1			17,3	4,25	5,75		12,3	14	42,8					
		1,6		0,98			3,7	1,98	2,28		3,21	3,4	4,85					
101	51	8	0	4	0	0	11	0	174	0	71	24	57					
	12,8	2		1			2,75		43,5		17,8	8	14,3					
	3,27	1,37		0,98			1,6		4,86		3,74	2,33	3,43					
110	0	42	0	4	4	0	14	5	22	0	94	49	166					
		10,5		1	1		3,5	1,25	5,5		23,5	12,3	41,5					
		3		0,98	1		1,8	1,09	2,23		3,21	4,83						

FORAGE NC.8.TA (suite)

	22	0	7	9	3	0	0	8	0	148	0	71	84	70
			1,75	2,25	0,75			2		37		17,8	21	17,5
			1,28	1,45	0,85			1,37		4,73		3,74	3,99	3,7
24	23	43	7	10	0	0	0	10	2	134	0	28	59	84
	5,75	10,8	1,75	2,5				2,5	0,5	33,5		7	14,8	21
	2,28	3,04	1,28	1,53				1,33	0,69	4,63		2,5	3,48	3,99
30	8	102	0	3	0	0	0	20	0	132	0	56	27	54
	1,5	25,5		0,75				5		33		14	6,75	13,5
	1,19	4,27		0,85				2,14		4,81		3,4	2,46	3,35
33	0	7	5	3	0	0	0	19	0	144	0	31	84	107
		1,75	1,25	0,75				1,75		36		7,75	21	26,8
		1,98	1,09	0,85				2,08		4,7		2,62	3,99	4,34
36	79	12	0	4	0	0	0	3	0	178	0	39	42	45
	19,8	3		1				0,75		44		9,75	10,5	11,3
	3,9	1,67		0,98				0,85		4,86		2,91	3	3,1
37	171	52	0	0	0	0	0	12	0	56	0	36	43	30
	42,6	13						3		14		9	10,8	7,5
	4,85	3,3						1,67		3,4		2,8	3,04	2,58
40	0	24	4	9	1	1	21	20	108	0	73	66	73	
		6	1	2,25	0,3	0,25	5,25	5	27		18,3	16,5	18,3	
		2,33	0,98	1,45	0,5	0,49	2,19	2,14	4,35		3,79	3,64	3,79	

45	0	28	2	2	4	0	80	3	40	0	42	121	80
		6,5	0,5	0,5	1		20	0,75	10		10,5	30,3	20
		2,42	0,69	0,69	1		3,92	0,65	2,94		3	4,5	3,92
47	0	76	2	7	0	0	40	22	79	0	25	74	75
		49	0,5	1,75			10	5,5	19,8		6,25	18,3	18,8
		3,84	0,69	1,28			2,94	2,23	3,9		2,37	3,6	3,83

FORAGE NC.9.TA

	4	77	52	0	28	0	0	3	0	163	0	0	47	30
		19,3	13		7			0,75		40,8			11,8	7,5
		3,66	3,3		2,5			0,85		4,82			3,16	2,58
15	283	5	0	0	0	0	0	0	0	21	0	0	84	7
	70,8	1,25						5,25		21			1,75	
	4,46	1,09						2,19		3,99			1,28	
23	20	0	0	4	7	0	0	49	93	0	48	39	140	
	5			1	1,8			12,3	23,3		12	9,75	35	
	2,14			0,98	1,3			3,21	4,14		3,16	2,91	4,67	
29	0	7	0	1	0	0	0	5	215	0	85	70	17	
		1,75		0,25				1,25	53,8		21,3	17,5	4,25	
		1,28		0,49				0,98	4,89		4,01	3,72	1,98	

FORAGE NC.7.TA

	5	0	68	6	2	0	0	23	23	100	0	26	74	78
			17	1,5	0,5			5,75	5,75	25		6,5	18,5	19,5
			3,68	1,19	0,69			2,28	2,28	4,24		2,42	3,81	3,88
11	63	12	4	7	0	0	0	25	0	58	0	73	108	50
	15,8	3	1	1,75				8,25	14,5			18,3	27	12,5
	3,57	1,67	0,49	1,28				2,37	3,45			3,79	4,35	3,24
12	10	9	29	13	0	0	0	44	0	99	0	82	41	73
	2,5	2,25	7,25	3,25				11	24,8			23	10,3	13,3
	1,53	1,45	2,54	1,74				3,07	4,23			4,12	2,97	3,32
17	0	20	24	8	0	0	0	22	10	130	0	40	88	58
		5	6	2				5,5	2,5	32,5		10	22	14,5
		2,14	2,33	2,66				2,23	1,53	4,59		2,94	4,06	3,45
21	0	40	47	7	0	0	0	9	9	65	0	97	74	52
		10	11,8	1,75				2,25	2,25	16,3		24,3	18,5	13
		2,94	3,16	1,28				1,45	1,45	3,62		4,2	3,0	3,3
23	4	33	21	32	0	0	0	40	16	103	0	16	62	71
	1	8,25	5,25	8				10	4,5	25,8		4	15,5	17,8
	0,98	2,7	2,19	2,66				2,94	2,03	4,29		1,92	3,55	3,74

FORAGE NC.8.TA

	5	0	6	59	6	0	0	42	0	171	0	17	13	88
			1,5	14,8	1,5			10,5		42,8		4,25	3,25	21,3
			1,19	3,48	1,19			3		4,85		1,98	1,74	4,03
7	8	2	37	4	0	0	0	14	2	198	0	34	33	70
	1,5	0,5	9,25	1				3,5	0,5	49,5		8,5	8,25	17,5
	1,19	0,69	2,84	0,98				1,8	0,69	4,9		2,73	2,7	3,7
10	0	24	20	2	0	0	0	38	8	161	0	40	42	65
		6	5	0,5				9,5	2	40,3		10	10,5	16,3
		2,33	2,14	0,69				2,87	1,37	4,81		2,94	3	3,62
12	0	21	51	8	0	0	0	22	0	192	0	23	33	50
		5,25	12,8	2				5,5		48		5,75	8,25	12,5
		2,19	3,27	1,37				2,23		4,9		2,28	2,7	3,24
19	0	12	32	7	0	0	0	10	0	185	0	26	48	80
		3	8	1,75				2,5		46,3		6,5	12	16,5
		1,67	2,66	1,28				1,53		4,89		2,42	3,18	3,92
21	7	6	20	1	0	0	0	11	0	157	0	114	33	51
	1,75	1,5	5	0,25				2,75		39,3		28,5	8,25	12,6
	1,28	1,19	2,14	0,49				1,8		4,79		4,42	2,7	3,27

FORAGE NC. 11.HR (suite)

95	11	15	0	21	0	0	6	0	88	0	115	91	53
	2,75	3,8		5,25			1,5		22		28,8	22,8	13,3
	1,6	1,9		2,19			1,19		4,26		4,44	4,1	3,32
96	117	28	0	18	0	0	2	0	81	0	94	28	32
	29,3	7		4,5			0,5		20,3		23,5	7	8
	4,46	2,5		2,03			0,69		3,94		4,16	2,5	2,66
100	0	46	0	5	0	0	14	0	64	0	106	126	39
		12		1,25			3,5		13,5		26,8	31,5	9,75
		3,1		1,09			1,8		3,6		4,54	4,55	2,91
111	0	9	0	4	2	0	4	6	140	0	97	82	56
		2,3		1	0,5		1	1,5	35		24,3	20,5	14
		1,5		0,93	0,7		0,98	1,19	4,67		4,2	3,56	3,4
118	0	23	0	6	0	0	10	35	67	0	95	64	100
		5,8		1,5			2,5	8,75	16,8		23,8	16	25
		2,3		1,19			1,53	2,77	3,66		4,17	3,6	4,24
125	0	11	2	5	0	0	20	0	163	0	42	53	99
		2,8	0,5	1,25			5		42		10,5	13,3	24,9
		1,6	0,7	1,09			2,14		4,84		3	3,32	4,23
129	0	17	0	0	2	0	14	0	142	0	65	21	139
		4,3			0,5		3,5		35,5		16,3	5,25	34,9
		2			0,7		1,8		4,69		3,61	2,19	4,67
135	0	14	0	0	0	0	49	11	173	0	46	35	72
		3,5					12,3	2,75	43,3		11,5	8,75	18
		1,8					3,21	1,6	4,85		3,13	2,77	3,77
143	0	23	4	5	0	0	15	24	134	0	33	39	123
		5,8	1	1,25			3,75	6	53,5		8,25	9,75	30,8
		2,3	1	1,09			1,86	2,33	4,62		2,7	2,91	4,52
148	0	26	0	3	0	0	62	4	125	0	48	9	123
		6,5		0,75			15,5	1	31,3		12	2,25	30,8
		2,4		0,95			3,55	0,98	4,54		3,18	1,45	4,52
153	0	39	2	0	0	0	32	4	119	0	21	91	92
		9,8	0,5				8	1	29,8		5,25	22,8	23
		2,9	0,7				2,66	0,93	4,48		2,19	4,1	4,12
154	0	14	0	0	4	0	21	7	149	0	49	55	101
		3,5			1		5,25	1,75	37,3		12,3	13,8	25,3
		1,8			1		2,19	1,28	4,74		3,21	3,37	4,26

LAMES	COR.	A.	RGE	A.	VIEHOLL.	ECH.	SP.	AL	FORA	DET	TRITH	MICR.	C.	ARAC.	SPA	POR.	INDET.
3	31	13	0	12	0	0	0	41	17	47	0	127	65	47			
	7,75	3,25		3				10,3	4,25	11,8		31,8	16,3	11,8			
	2,62	1,74		1,67				2,97	1,98	3,18		4,58	3,62	3,16			
9	0	45	0	1	0	0	0	49	15	20	0	84	108	78			
		11,3		0,25				12,3	3,75	5		21	27	19,5			
		3,1		0,49				3,21	1,88	2,14		3,99	4,35	3,88			
14	53	77	0	0	0	0	0	24	0	101	0	52	24	69			
	13,3	19,3						8		25,3		13	8	17,3			
	3,32	3,86						2,33		4,26		3,3	2,33	3,7			
20	24	20	0	0	1	0	0	17	0	65	0	123	100	50			
	6	5			0,3			4,25		16,3		30,8	25	12,5			
	2,33	2,14			0,5			1,98		3,62		4,52	4,24	3,24			
27	14	25	0	8	0	0	0	51	0	67	0	67	48	100			
	3,5	6,25		2				12,8		16,8		21,8	12	25			
	1,8	2,37		1,37				3,27		3,68		4,04	3,18	4,24			
34	0	42	0	6	0	0	0	97	0	101	0	21	40	73			
		10,5		1,5				24,3		25,3		5,25	15	18,3			
		3		1,19				4,2		4,28		2,19	3,5	3,79			
36	0	36	10	8	0	0	0	50	0	101	0	25	78	92			
		9	2,5	2				12,5		25,3		6,25	19,5	23			
		2,8	1,5	1,37				3,24		4,26		2,37	3,88	4,12			
40	0	100	0	5	2	0	0	69	0	106	0	32	31	55			
		25	1,25	0,5				17,3		26,5		8	7,75	13,8			
		4,24	1,09	0,7				3,7		4,33		2,66	2,82	3,37			

FORAGE NC. 12.HR

LAMES	COR.	A.	RGE	A.	VIEHOLL.	ECH.	SP.	AL	FORA	DET	TRITH	MICR.	C.	ARAC.	SPA	POR.	INDET.
4	26	23	13	7	0	0	0	16	0	70	0	130	68	73			
	7	5,75	3,3	1,75				4		17,5		32,5	17	16,3			
	2,5	2,26	1,7	1,28				1,92		3,72		4,59	3,68	3,79			
6	0	232	0	0	0	0	0	5	0	31	0	67	53	12			
		58						1,25		7,75		16,8	13,3	3			
		4,84						1,09		2,62		3,68	3,32	1,67			
9	0	59	0	0	0	0	0	52	0	49	0	128	45	67			
		14,6						13		12,3		32	11,3	16,8			
		3,48						3,3		3,21		4,57	3,1	3,66			
10	0	36	0	2	0	0	0	66	0	68	0	124	48	54			
		9		0,5				17		17		31	12	13,5			
		2,8		0,69				3,68		3,68		4,53	3,16	3,35			
18	0	24	2	7	2	0	0	69	0	56	0	111	29	100			
		6	0,5	1,75	0,5			17,3		14		27,6	7,25	25			
		2,33	0,7	1,26	0,7			3,7		3,4		4,39	2,54	4,24			
22	0	44	3	3	0	0	0	48	0	51	0	71	49	133			
		11	0,8	0,75				11,5		13,5		17,8	12,3	33,3			
		3,07	0,9	0,85				3,13		3,27		3,74	3,21	4,6			

FORAGE NC. 13.HR

32	0	20	0	2	0	0	0	30	0	92	0	81	65	90			
		5		0,5				7,5		23		20,3	21,3	22,5			
		2,14		0,69				2,58		4,12		3,94	4,01	4,09			
38	0	33	2	2	0	0	0	57	0	45	0	105	79	77			
		6,25	0,5	0,5				14,3		11,3		26,3	19,8	19,3			
		2,7	0,7	0,69				3,43		3,1		4,31	3,9	3,86			
40	0	89	5	3	3	0	0	76	0	24	0	94	43	63			
		22,3	1,3	0,75	0,8			19		6		23,5	10,6	15,6			
		4,08	1,1	0,85	0,9			3,84		2,33		4,18	3,04	3,57			
42	0	22	0	2	2	0	0	60	0	64	0	108	52	92			
		5,5		0,5	0,5			15		16		26,5	13	23			
		2,23		0,69	0,7			3,5		3,59		4,32	3,3	4,12			
45	19	68	0	0	0	0	0	17	7	113	0	65	53	58			
	4,75	17						4,25	1,75	28,3		16,3	13,3	14,5			
	2,08	3,68						1,98	1,28	4,41		3,62	3,32	3,45			
50	0	30	0	3	1	0	0	37	2	124	0	52	57	94			
		0,75		0,75	0,3			9,25	0,5	31		13	14,3	23,5			
		0,85		0,85	0,5			2,84	0,69	4,62		3,3	3,43	4,16			
54	0	70	3	3	0	0	0	13	6	166	0	35	49	55			
		17,5	0,8	0,75				3,25	1,5	41,5		8,75	12,3	13,8			
		3,72	0,9	0,85				1,74	1,19	4,83		2,77	3,21	3,37			
58	0	113	5	8	0	0	0	45	1	85	0	68	14	61			
		28,3	1,3	2				11,3	0,25	21,3		17	3,5	15,3			
		4,41	1,1	1,37				3,1	0,49	4,01		3,68	1,8	3,52			
66	0	87	13	2	0	0	0	64	1	66	0	80	23	64			
		21,8	3,3	0,5				16	0,25	16,5		20	5,75	16			
		4,04	1,7	0,69				3,59	0,49	3,64		3,92	2,28	3,59			
69	0	86	21	4	0	0	0	41	10	53	0	57	70	58			
		21,5	5,3	1				10,3	2,5	13,3		14,3	17,5	14,5			
		4,03	2,2	0,98				2,97	1,53	3,32		3,43	3,72	3,45			

FORAGE NC. 13.HR (suite)

ANNEXE 5

DIAGRAMMES DE POURCENTAGE DES CONSTITUANTS

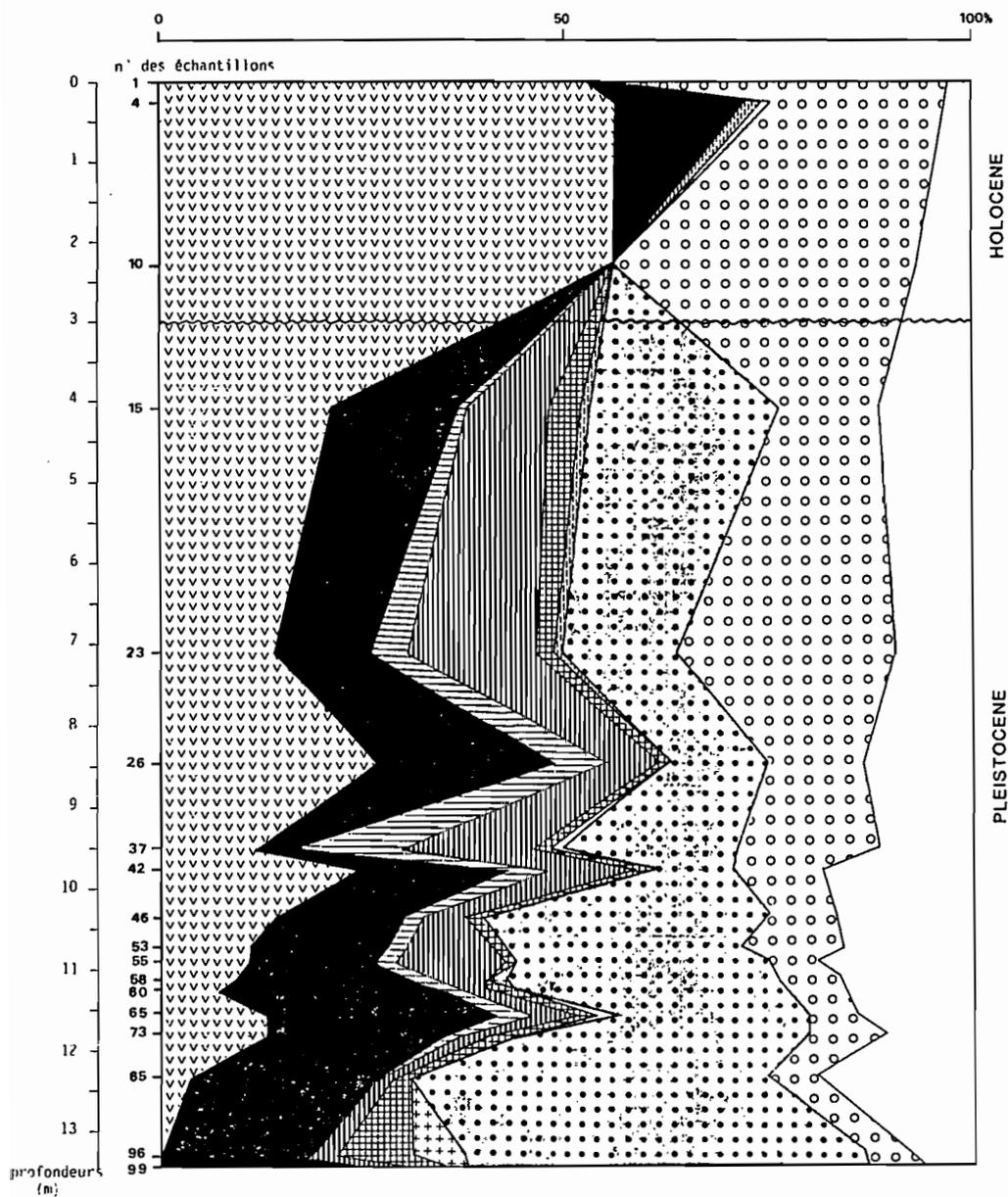


Figure 30 : diagramme de pourcentage des constituants du forage 34 (récif Ricaudy)

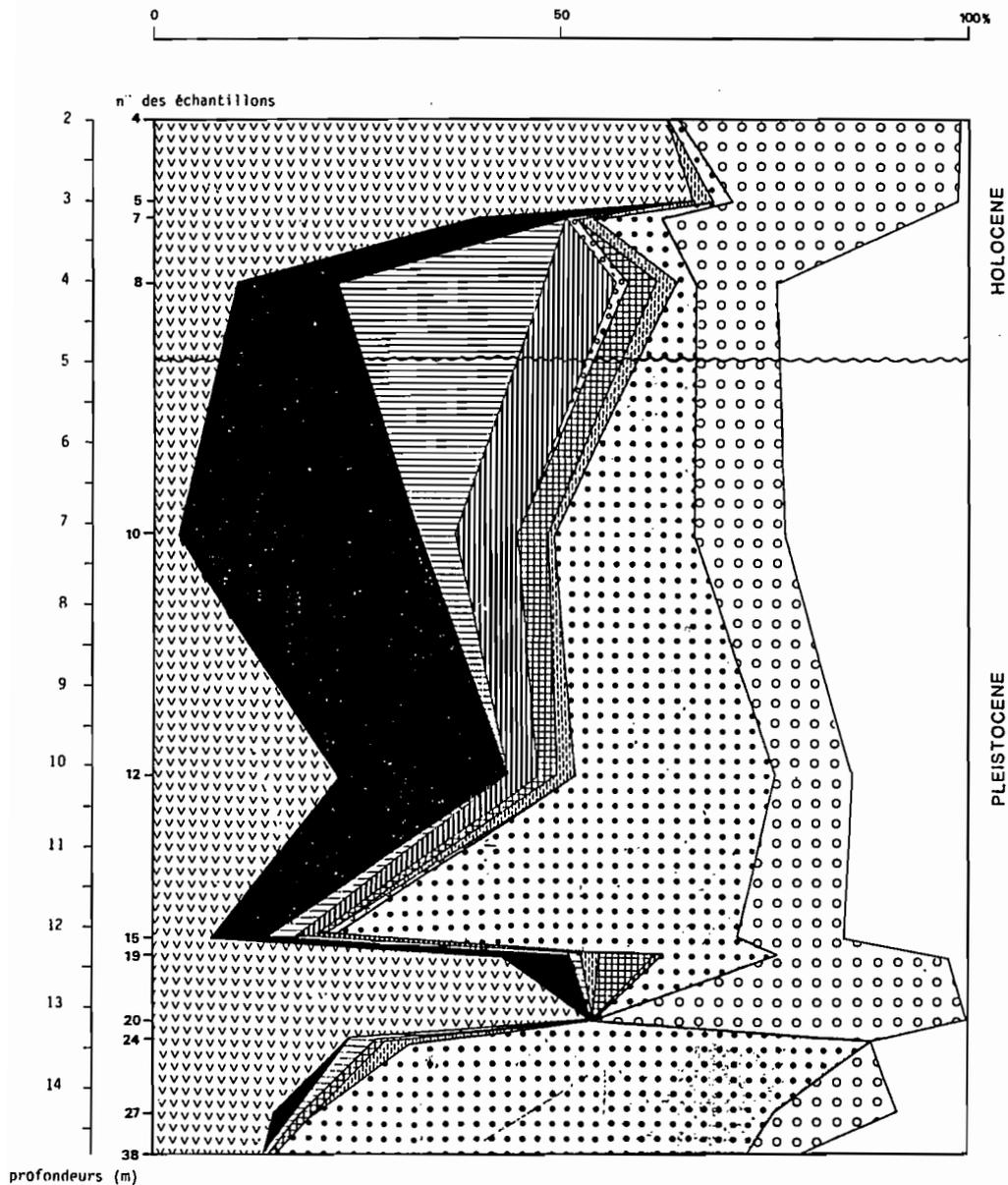


Figure 31 : diagramme de pourcentage des constituants du forage 35 (récif Ricaudy)

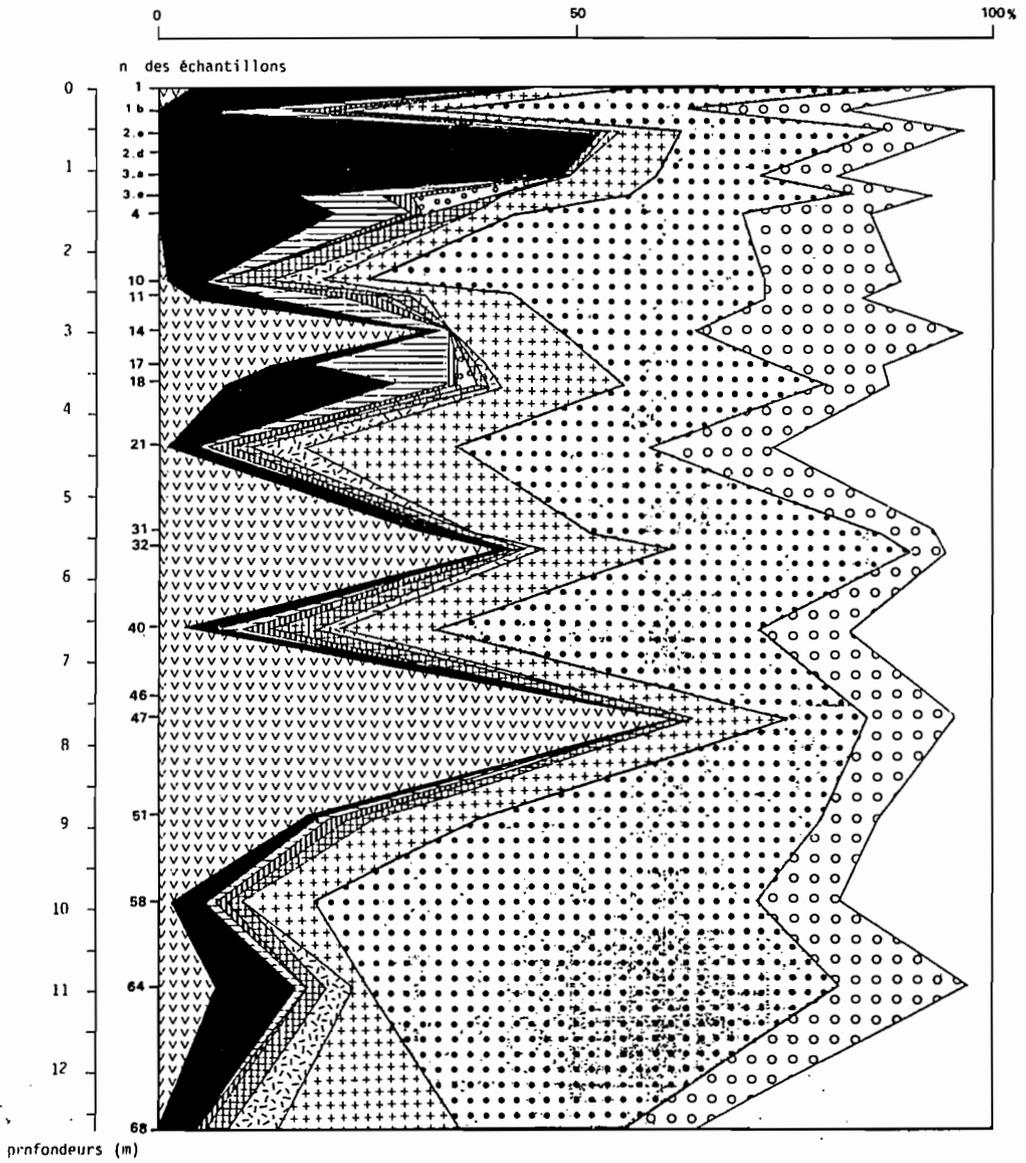


Figure 32: diagramme de pourcentage des constituants du forage 5 (récif de Tara)

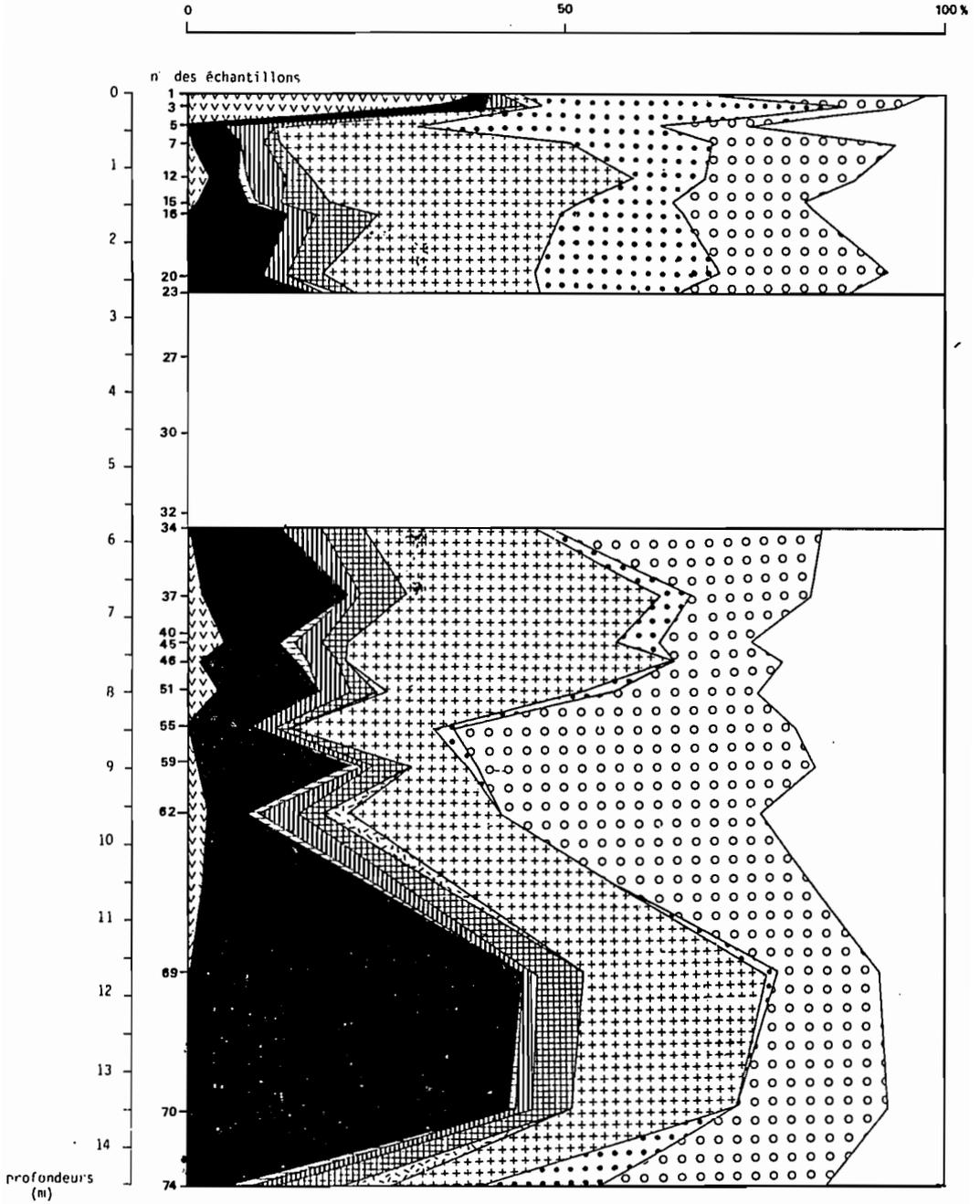


Figure 33 : diagramme de pourcentage des constituants du forage 10 (récif du "Caillou")

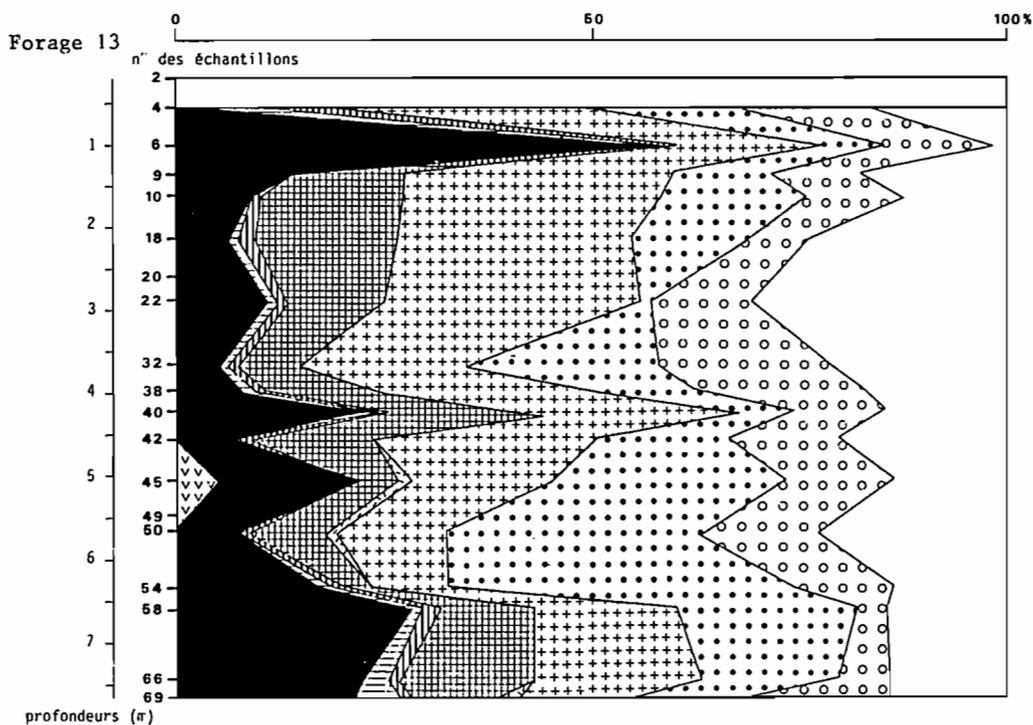
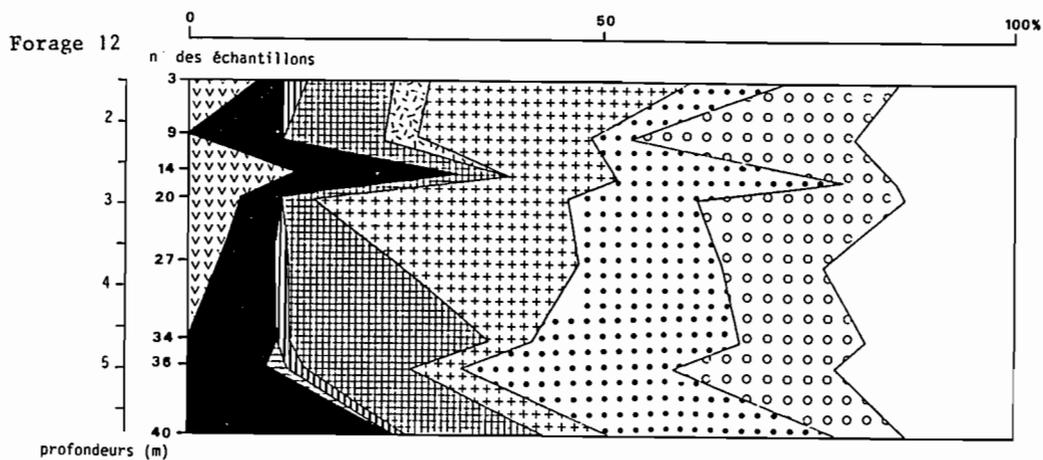


Figure 34 :
Diagrammes de pourcentage des constituants des forages 12 et 13
(récif du "Caillou")

ANNEXE 6

SYSTEMATIQUE DES FORAMINIFERES

SYSTEMATIQUE DES FORAMINIFERES

La classification utilisée est celle de Loeblich et Tappan (1964) mais la systématique sera limitée aux sous-ordres, super-familles et familles.

Ordre : Foraminiferida Eichwald, 1830
 Sous-ordre : Textulariina Delage et Herouard, 1896
 Super-famille : Lituolacea de Blainville, 1825
 Famille : Textulariidae Ehrenberg, 1838

Genre : *Textularia* DeFrance in de Blainville, 1824

Textularia agglutinans d'Orbigny, 1839 (Planche 15, photo 3)
 1839-*Textularia agglutinans* d'Orbigny, p.136, pl.1, fig. 17, 18, 32, 34.
 Test allongé non caréné à loges larges dont l'ouverture en fente se situe à la base de la dernière loge.

Forages (Nouvelle-Calédonie) : 35 (niveaux 6-8 m et 10-11 m)

Textularia candeiana d'Orbigny, 1839 (Planche 15, photo 2)
 1839-*Textularia candeiana* d'Orbigny, p.143, pl.1, fig.25-27.
 1977-*Textularia candeiana* d'Orbigny : Le Calvez, p.15-16.
 L'orifice est semblable à celui de *T. agglutinans* dont elle se distingue par une partie inférieure étroite et les dernières loges très globuleuses (Lacroix, 1932).

Forages (Nouvelle-Calédonie) : 14 et 35 (niveau 6-8 m)

Textularia conica d'Orbigny, 1839 (Planche 15, photo 4)
 1839-*Textularia conica* d'Orbigny, p.143, pl.1, fig. 19-20.
 1977-*Textularia conica* d'Orbigny : Le Calvez, p.18-19.
 Espèce de forme conique à bords anguleux. L'ouverture en fente étroite "dessine une sorte de lobe valvulaire" (Le Calvez, 1977) caractéristique de cette espèce.

Forages (Nouvelle-Calédonie) : 16 et 35 (niveaux 3-4 m et 6-8 m)

Textularia foliacea Heron-Allen et Earland, 1915 (Planche 15, photo 5)
 1915-*Textularia foliacea* - Heron-Allen et Earland, p.628, pl.47, fig.17-20.
 Test grossièrement arénacé, cette espèce de forme allongée possède une ouverture arquée au niveau de la dernière loge.

Forages (Nouvelle-Calédonie) : 35 (niveau 6-8 m)

Textularia lateralis Lalicker, 1935
 1935-*Textularia lateralis* Lalicker, p.1, pl.1, fig.3-5.
 1981-*Textularia lateralis* Lalicker : Vénec-Peyré et Salvat, p.94, pl.2, fig.5.
 Test subtriangulaire, à bords anguleux, la partie terminale des loges pouvant présenter des épines (Vénec-Peyré et Salvat, 1981).

Forages (Nouvelle-Calédonie) : 2 et 35 (niveau 6-8 m)

Textularia pseudogramen Chapman et Parr, 1937
 1937-*Textularia pseudogramen* Chapman et Parr, p.153.
 Forme subconique légèrement aplatie et bords arrondis à subanguleux.

Forages (Nouvelle-Calédonie) : 35 (niveau 6-8 m)

Textularia pseudoturris Cushman, 1922
 1922-*Textularia pseudoturris* Cushman, p.19, pl.3, fig.1.
 1932-*Textularia pseudoturris* Cushman : Lacroix, p.21, fig.23-25.
 Espèce caractérisée par sa forme cylindroconique à section presque circulaire (Lacroix, 1932).

Forages (Nouvelle-Calédonie) : 35 (niveau 6-8 m)

Textularia aff. *conica corrugata* Heron-Allen et Earland, 1915

1915- *Textularia conica* var. *corrugata* Heron-Allen et Earland, p.629, pl.47, fig.24-27.
Espèce présentant des caractères limbés et de type "jugose". Les dernières loges très larges débordent largement sur les premières comme dans la figuration de Heron-Allen et Earland. Mise en synonymie avec *Textularia kerimbaensis* Said, 1949, la représentation de cette dernière ne semble pas correspondre avec celle de *T. conica* var. *corrugata* Heron-Allen et Earland, 1915
Forages (Nouvelle-Calédonie) : 35 (niveau 6-8 m)

Famille : Ataxophragmiidae Schwager, 1877

Genre : *Gaudryina* d'Orbigny in R. de La Sagra, 1839

Gaudryina (*Siphogaudryina*) *rugulosa* Cushman, 1932
1884- *Textularia rugosa*, Reuss : Brady, p.363, pl.42, fig.23
1932- *Gaudryina rugulosa* Cushman, p.15
1960- *Gaudryina* (*Siphogaudryina*) *rugulosa* Cushman : Barker, p.86, pl.42, fig.23
Brady (1884) signale que cette espèce est typique des récifs coralliens.
Forages (Nouvelle-Calédonie) : 2 et 4

Gaudryina (*Siphogaudryina*) *siphonifera* (Brady, 1881)
1881- *Textularia siphonifera* Brady, p.53.
1937- *Gaudryina* (*Siphogaudryina*) *siphonifera* (Brady) : Cushman, p.83.
De forme allongée, et trisériée à sa base, cette espèce se caractérise par son test fistuleux très reconnaissable.
Forages (Nouvelle-Calédonie) : 14

Genre : *Clavulina* d'Orbigny, 1826

Clavulina multicamerata Chapman, 1907 (Planche 15, photo 1)
1907- *Clavulina parisiensis* d'Orbigny var. *multicamerata* Chapman, p.127, pl. 9, fig.5.
1937- *Clavulina multicamerata* Chapman : Cushman, p.24, pl.3, fig.13-16.
Test allongé, trisérié et caréné dans les premiers stades, puis unisérié. L'ouverture terminale est circulaire et munie d'une dent.
Forages (Nouvelle-Calédonie) : 35 (niveaux 3-4 m, 6-8 m et 10-11 m)

Clavulina tricarinata d'Orbigny, 1839
1839-*Clavulina tricarinata* d'Orbigny, p.111, pl.2, fig.16-18.
Test allongé, tricaréné dont l'ouverture ronde munie d'une dent se situe à l'extrémité de la dernière loge sans prolongement. Loges nombreuses ne se recouvrant pas ou très peu.
Forages (Nouvelle-Calédonie) : , 2, 4, 6, 14 et 35 (niveaux 3-4 m, 6-8 m et 10-11 m)

Sous-ordre : Miliolina Delage et Herouard, 1896

Super-famille : Miliolacea Ehrenberg, 1839

Famille : Fischerinidae Millett, 1898

Genre : *Cyclogyra* Wood, 1842

Cyclogyra involvens (Reuss, 1849)
1849-*Operculina involvens* Reuss, p.370, pl.45, fig.20.
1961-*Cyclogyra involvens* (Reuss)- Loeblich et Tappan,
Forages (Nouvelle-Calédonie) : 35 (niveau 3-4 m)

Genre : *Planispirinella* Wiesner, 1931

Planispirinella exigua (Brady, 1879)
1879- *Hauerina exigua* Brady, p.53
1884- *Planispirina exigua* Brady, p.196, pl.12, figs.1-4.
1931- *Planispirinella exigua* (Brady) : Wiesner, p.69.
Test lisse planspiralé dont les loges disposées en spirale sont larges. L'ouverture très caractéristique est composée d'une fente étroite.
Forages (Nouvelle-Calédonie) : 14 et 35 (niveau 6-8 m)

Famille : Nubeculariidae Jones, 1875

Genre : *Edentostomina* Collins, 1958

Edentostomina cultrata (Brady, 1881)

1881- *Miliolina cultrata* Brady, p.45

1884- *Miliolina cultrata* Brady, p.161, pl.5, fig.1-2

1964- *Edentostomina cultrata* (Brady) : Loeblich et Tappan, C.448, fig.341(1).

Le test est long et lisse à périphérie carénée.

Forages (Nouvelle-Calédonie) : 35 (niveau 6-8 m)

Genre : *Wiesnerella* Cushman, 1933

Wiesnerella auriculata (Egger, 1893)

1893- *Planispirina auriculata* Egger, p.245, pl.3, fig.13-15.

1933- *Wiesnerella auriculata* (Egger) : Cushman, p.33.

Espèce très caractéristique avec son ouverture large et ronde bordée d'une épaisse lèvre.

Forages (Nouvelle-Calédonie) : 14, 35 (niveau 3-4 m) et 6

Genre : *Spiroloculina* d'Orbigny, 1826

Spiroloculina angulata Cushman, 1917 (planche 15, photo 10)

1917- *Spiroloculina angulata* Cushman : Cushman et Todd, p.50, pl.7, fig.18-22.

Espèce costulée voisine de *Spiroloculina antillarum* d'Orbigny ; elle en diffère par ses bords carénés.

Forages (Nouvelle-Calédonie) : 35 (niveaux 3-4 m et 6-8 m)

Spiroloculina antillarum d'Orbigny, 1839 (Planche 15, photos 8-9)

1839- *Spiroloculina antillarum* d'Orbigny, p.166, pl.9, fig.3-4.

1977- *Spiroloculina antillarum* d'Orbigny - Le Calvez, p.91.

Espèce costulée de forme allongée à bords arrondis. L'ouverture située à l'extrémité d'un petit col est munie d'une dent simple.

Forages (Nouvelle-Calédonie) : 2, 6, 14, 16 et 35 (niveaux 3-4 m, 6-8 m et 10-11 m)

Spiroloculina clara Cushman, 1932

1932- *Spiroloculina clara* Cushman, p.40, pl.10, figs.4-5.

Test lisse de petite taille à bords concaves.

Forages (Nouvelle-Calédonie) : 35 (niveau 3-4 m)

Spiroloculina communis Cushman et Todd, 1944 (Planche 15, photos 6-7)

1944- *Spiroloculina communis* Cushman et Todd, p.63, pl.9, fig.4-5 et 7-8.

Test aussi long que large à bords fortement concaves. L'ouverture à l'extrémité de la dernière loge, est prolongée par un col court avec sur la marge interne une dent en "T" à l'opposé de laquelle on trouve une dent simple.

Forages (Nouvelle-Calédonie) : 2 et 35 (niveau 3-4 m et 6-8 m)

Spiroloculina depressa d'Orbigny, 1826

1826- *Spiroloculina depressa* d'Orbigny, p.298.

Espèce de forme allongée à extrémité supérieure tronquée ; les bords sont anguleux à arrondis ; c'est pourquoi elle a été distinguée de *Spiroloculina clara* Cushman qui lui est très proche.

Forages (Nouvelle-Calédonie) : 14 et 35 (niveau 3-4 m)

Spiroloculina scita Cushman et Todd, 1944

1826- *Spiroloculina striata* d'Orbigny, p.298.

1944- *Spiroloculina scita* Cushman et Todd, pl.1, fig.14, pl.8, fig.20.

Test large et déprimé à bords bicarénés ; l'ornementation consiste en côtes irrégulières et obliques ; l'ouverture à l'extrémité d'un col court est munie d'une dent simple.

Forages (Nouvelle-Calédonie) : 35 (niveau 3-4 m)

Genre : *Nodobacuriella* Cushman et Hanzawa, 1937

Nodobacuriella convexiuscula (Brady, 1884)

1884- *Spiroloculina convexiuscula* Brady, p.155, pl.10, figs.18-20.

1944- *Nodobacuriella convexiuscula* (Brady) : Cushman et Todd, p.75.

1960- *Nodobacuriella convexiuscula* (Brady) : Barker, p.20, pl.10, figs.18-20.

Test large, plus ou moins circulaire, orné de fines côtes et à périphérie carénée. L'ouverture circulaire est large et bordée d'une lèvre.

Forages (Nouvelle-Calédonie) : 6

Genre : *Vertebralina* d'Orbigny, 1826

Vertebralina striata d'Orbigny, 1826 (Planche 16, photo 1)

1826- *Vertebralina striata* d'Orbigny, p.283, n°1, modèle n°81.

D'abord trochospiral, l'enroulement devient déroulé dans les stades adultes. Espèce striée dont l'ouverture terminale est constituée par une fente étroite bordée d'une lèvre.

Forages (Nouvelle-Calédonie) : 2, 6, 14 et 35 (niveaux 3-4 m, 6-8 m et 10-11 m)

Famille : Milioliade Ehrenberg, 1839

Genre : *Quinqueloculina* d'Orbigny, 1826

Quinqueloculina cf. *agglutinans* d'Orbigny, 1839

1839- *Quinqueloculina agglutinans* d'Orbigny, p.159, pl. 12, fig. 11-13

Le test grossièrement arénacé est à enroulement quinqueloculin.

Forages (Nouvelle-Calédonie) : 35 (niveaux 3-4 m, 6-8 m et 10-11 m)

Quinqueloculina cf. *barnardi* Resheed, 1971

1839- *Quinqueloculina barnardi* Resheed, p.26-27, pl. 2

1985- *Quinqueloculina barnardi* Resheed : Debenay, p.29, pl. 7, fig. 7

Le test finement strié dont l'ouverture en fente étroite est munie d'une dent simple, fine et longue. Cette espèce a été rapportée à *Quinqueloculina barnardi* décrite par Debenay (1985-a) dont la description se rapproche le plus.

Forages (Nouvelle-Calédonie) : 6

Quinqueloculina cf. *berthelotiana* d'Orbigny, 1839 (Planche 16, photos 4-5)

1839- *Quinqueloculina berthelotiana* d'Orbigny, p.142, pl.3, fig.25-27.

Test quinqueloculin à loges flexueuses ; cette espèce a été rapportée à *Q. berthelotiana* car "ses loges ont une seule carène en avant et deux en arrière" comme l'espèce décrite par d'Orbigny en 1839.

Forages (Nouvelle-Calédonie) : 35 (niveaux 3-4 m, 6-8 m et 10-11 m)

Quinqueloculina bosciana d'Orbigny, 1839

1839- *Quinqueloculina bosciana* d'Orbigny, p.191, pl.11, fig.22-24.

Test très allongé à loges convexes dont l'ouverture circulaire sans col est munie d'une courte dent qui s'élargit à son extrémité.

Forages (Nouvelle-Calédonie) : 35 (niveau 3-4 m)

Quinqueloculina crenulata Cushman, 1932

1932- *Quinqueloculina crenulata* Cushman, p.21, pl.5, fig.11a-b.

Test fin très allongé dont les loges sont ornées de fines crénelures.

Forages (Nouvelle-Calédonie) : 2, 35 (niveaux 3-4 m et 10-11 m)

Quinqueloculina granulo-costata Germeraad, 1946

1946- *Quinqueloculina granulo-costata* Germeraad, p.63, fig. (in : Brady, 1884 pl.6, fig.15-20).

Test très allongé orné de fortes côtes.

Forages (Nouvelle-Calédonie) : 2, 4, 14

Quinqueloculina cf. *irregularis* d'Orbigny, 1878 (Planche 16, photos 8-9)

1826- *Quinqueloculina irregularis* d'Orbigny, n°25, pl. 5, fig. 4a-c

1878- *Quinqueloculina irregularis* d'Orbigny, p.66, fig. in : Fornasini, 1905, pl.3, fig.14.
Forages (Nouvelle-Calédonie) : 2, 35 (niveau 3-4 m)

Quinqueloculina kerimbatica philippinensis Cushman, 1921

1921- *Quinqueloculina kerimbatica* (Heron-Allen et Earland) var. *philippinensis* Cushman, p.438, pl.89, fig.2-36, p.439 tf.

Test globuleux à enroulement quinqueloculin et à ornementation réticulée.

Forages (Nouvelle-Calédonie) : 35 (niveaux 3-4 m et 10-11 m)

Quinqueloculina lamarckiana d'Orbigny, 1839

1839- *Quinqueloculina lamarckiana* d'Orbigny, p.189, pl.11, fig.14-15.

Test lisse caractérisé par des loges fortement anguleuses et des sutures bien marquées. L'ouverture est pourvue d'une dent simple.

Forages (Nouvelle-Calédonie) : 2, 4, 6, 16, 35 (niveaux 3-4 m et 10-11 m)

Quinqueloculina parkeri (Brady, 1881) (Planche 16, photo 3)

1881- *Miliolina parkeri* - Brady, p.46.

1960- *Quinqueloculina parkeri* (Brady) : Barker, p.14, pl.7, fig.14.

Test subtriangulaire très caractéristique dont les loges sont fortement crénelées.

Forages (Nouvelle-Calédonie) : 35 (niveaux 3-4 m et 6-8 m)

Quinqueloculina sulcata d'Orbigny, 1900 (Planche 16, photo 2)

1900- *Quinqueloculina sulcata* d'Orbigny, in : Fornasini (1899-1900), p.364.

Test allongé dont les loges sont fortement carénées. L'ouverture terminale est le prolongement d'un col bien marqué.

Forages (Nouvelle-Calédonie) : 2, 4, 6, 16, 35 (niveaux 3-4 m et 6-8 m)

Quinqueloculina variolata d'Orbigny, 1826 (Planche 16, photos 6-7)

1826- *Quinqueloculina variolata* - d'Orbigny, p. 302, n°26, pl. 5, fig. 5

Ornementation réticulée caractéristique. Remarque : Le Calvez (1977) considère *Q. variolata*, *Q. antillarum*, *Q. bicarinata* et *Q. carinata* comme des espèces polymorphes et de ce fait conspécifiques.

Forages (Nouvelle-Calédonie) : 2, 35 (niveau 6-8 m)

Genre : *Pseudomassilina* Lacroix, 1938

Pseudomassilina australis (Cushman, 1932)

1932-*Massilina australis* Cushman, p.32, pl.8, fig.2.

1938-*Pseudomassilina australis* (Cushman) : Lacroix, p.7.

Test aplati large et lisse ; ouverture terminale consistant en une fente étroite bordée d'une lèvre et dépourvue de dent.

Forages (Nouvelle-Calédonie) : 35 (niveau 6-8 m)

Pseudomassilina macilenta (Brady, 1884) (Planche 16, photo 11)

1884-*Miliolina macilenta* Brady, p.167, pl.7, figs.5-6.

1938- *Pseudomassilina macilenta* (Brady) : Lacroix, p.7.

Très proche de la précédente, cette espèce est caractérisée par sa taille et son ornementation striée.

Forages (Nouvelle-Calédonie) : 35 (niveaux 3-4 m, 6-8 m et 10-11 m)

Genre : *Sigmoilina* Schlumberger, 1887

Sigmoilina cf. *porcellanana* Germeraad, 1946 (Planche 16, photo 12)

1946- *Sigmoilina porcellana* Germeraad, p.65, pl.1, figs.16-17.

Test caréné à bicaréné à loges flexueuses, finement striées. L'ouverture à l'extrémité d'un col est circulaire avec une dent bifide.

Forages (Nouvelle-Calédonie) : 14 et 35 (niveau 3-4 m)

Genre : *Pyrgo* DeFrance, 1824

Pyrgo denticulata (Brady, 1884)

1884- *Biloculina ringens* Lamarck var. *denticulata* Brady, p.143, pl.3, figs.5-6.

1929- *Pyrgo denticulata* (Brady) : Cushman, p.69, pl.18, fig.3-4.
 Test plus long que large dont la base de la dernière loge est denticulée.
 Forages (Nouvelle-Calédonie) : 4 et 35 (niveaux 3-4 m et 6-8 m)

Pyrgo denticulata striolata (Brady, 1884) (Planche 18, photo 1)
 1884- *Biloculina ringens* Lamarck var. *striolata* Brady, p.143, pl.3, fig.7-8.
 1917- *Biloculina denticulata* (Brady) var. *striolata* (Brady) : Cushman, p.80, pl.33, fig.2-3.
 1929- *Pyrgo denticulata* (Brady) var. *striolata* : Cushman, p.69, pl.18, fig.5a-c.
 Ne diffère de la précédente que par ses stries longitudinales ; en fait il doit s'agir d'une variété.
 Forages (Nouvelle-Calédonie) : 2 et 35 (niveaux 3-4 m et 6-8 m)

Genre : *Spirosigmoilina* Parr, 1942

Spirosigmoilina bradyi Collins, 1958 (Planche 17, photo 2)
 1958- *Spirosigmoilina bradyi* Collins, p.365 .
 Le test large et aplati a un agencement des chambres typique de celui du genre ; la crénulation des loges caractérise cette espèce.
 Forages (Nouvelle-Calédonie) : 35 (niveaux 3-4 m et 6-8 m)

Genre : *Triloculina* d'Orbigny, 1826

Triloculina cf. *gracilis* d'Orbigny, 1839
 1839- *Triloculina gracilis* d'Orbigny, p.181, pl. 11, figs. 10-12.
 Test allongé orné de fines stries et dont l'ouverture est pourvue d'une forte lèvre et d'une dent simple et courte. Le Calvez (1977) signale la disparition du type.
 Forages (Nouvelle-Calédonie) : 6

Triloculina laevigata d'Orbigny, 1878 (Planche 17, photo 3)
 1826- *Triloculina laevigata* d'Orbigny, p. 134, n°15, pl. 4, fig. 1
 1878- *Triloculina laevigata* d'Orbigny : Terquem, p. 57
 Test lisse allongé et élancé, à l'extrémité duquel l'ouverture sans col est pourvue d'une dent simple.
 Forages (Nouvelle-Calédonie) : 16 et 35 (niveaux 6-8 m et 10-11 m)

Triloculina littoralis Collins, 1958
 1958- *Triloculina littoralis* Collins, pl.1, fig.16-17.
 Test oblong costulé terminé par un col bordé d'une lèvre et muni d'une dent élargie à son extrémité.
 Forages (Nouvelle-Calédonie) : 35 (niveau 10-11 m)

Triloculina linneiana d'Orbigny, 1839
 1839- *Triloculina linneiana* d'Orbigny, p. 172, pl. 9, fig. 11-13
 1977- *Triloculina linneiana* d'Orbigny : Le Calvez, p. 113
 Le test est orné de grosses côtes longitudinales.
 Forages (Nouvelle-Calédonie) : 35 (niveau 6-8 m)

Triloculina oblonga (Montagu, 1803) (Pl. 3, fig. 5)
 1803- *Vermiculium oblongum* Montagu, p.522, pl.14, fig.9.
 1826- *Triloculina oblonga* (Montagu) : d'Orbigny, p.134, n° 16.
 Forme lisse et large dont l'ouverture au ras du test est pourvue d'une forte dent.
 Forages (Nouvelle-Calédonie) : 2, 14, 16 et 35 (niveaux 3-4 m, 6-8 m et 10-11 m)

Triloculina tricarinata d'Orbigny, 1826
 1826- *Triloculina tricarinata* d'Orbigny, p.299.
 Le test est tricaréné et l'ouverture présente une dent bifide.
 Forages (Nouvelle-Calédonie) : 16 et 35 (niveaux 3-4 m, 6-8 m et 10-11 m)

Triloculina trigonula (Lamarck, 1804) (Planche 17, photo 4)
 1804- *Miliolites trigonula* Lamarck, p.351.
 1826- *Triloculina trigonula* (Lamarck) : d'Orbigny, p.299.
 Espèce voisine de la précédente dont la dent bifide est caractéristique.

Forages (Nouvelle-Calédonie) : 6, 16 et 35 (niveaux 3-4 m, 6-8 m et 10-11 m)

Genre : *Miliolinella* Wiesner, 1931

Miliolinella oceanica (Cushman, 1932)

1932- *Triloculina oceanica* Cushman, p.54, pl.12, fig.3.

L'ouverture en arche semi-circulaire possède une dent spatulée. La périphérie des loges est anguleuse.

Forages (Nouvelle-Calédonie) : 35 (niveau 3-4 m)

Miliolinella subrotunda (Montagu, 1803) (Planche 18, photo 6)

1803- *Vermiculum subrotundum* Montagu, p.521.

1931- *Miliolinella subrotunda* (Montagu) : Wiesner, p.107.

Test large trilocolin dont l'ouverture en fente est bordée d'une lèvre.

Forages (Nouvelle-Calédonie) : 2, 6, 14 et 35 (niveaux 3-4 m, 6-8 m et 10-11 m)

Miliolinella webbiana (d'Orbigny, 1839)

1839- *Triloculina webbiana* d'Orbigny, p.140, pl.3, fig.13-15.

1972- *Miliolinella webbiana* (d'Orbigny) : Randrianasolo, p.136, pl.8, fig.2.

Espèce très caractéristique avec son ouverture munie d'une dent spatulée.

Forages (Nouvelle-Calédonie) : 35 (niveaux 3-4 m, 6-8 m et 10-11 m)

Genre : *Scutuloris* Loeblich et Tappan, 1953

Scutuloris baragwanathi (Parr, 1945) (Planche 17, photos 6-7)

1945- *Quinqueloculina baragwanathi* Parr, p.196, pl.8, fig.6, pl.12, fig.3, pl.8, fig.6.

Espèce dont l'enroulement est quinqueloculin et l'ouverture munie d'une dent spatulée.

Forages (Nouvelle-Calédonie) : 16 et 35 (niveaux 3-4 m et 6-8 m)

Scutuloris circularis (Bornemann, 1855)

1855- *Triloculina circularis* Bornemann, p.349, pl.10, fig.4a-c.

1972- *Scutuloris circularis* (Bornemann) : Randrianasolo, p.137, pl.2, fig.4.

Test lisse plus ou moins circulaire à enroulement quinqueloculin.

Forages (Nouvelle-Calédonie) : 35 (niveau 3-4 m)

Scutuloris neostriatula (Thalman, 1950) (Planche 17, photo 8)

1932- *Quinqueloculina striatula* Cushman, p.27, pl.7, fig.3-4.

1950- *Quinqueloculina neostriatula* Thalman, p.45.

Test orné de stries longitudinales et dont l'enroulement est quinqueloculin. L'ouverture peut être munie d'une dent spatulée.

Forages (Nouvelle-Calédonie) : 35 (niveaux 3-4 m et 6-8 m)

Genre : *Miliola* Lamarck, 1804

Miliola sp. (Planche 17, photo 10)

Enroulement quinqueloculin dont l'ouverture est munie d'un trématophore.

Forages (Nouvelle-Calédonie) : 16 et 35 (niveau 3-4 m)

Genre : *Hauerina* Munier-Chalmas et Schlumberger in Schlumberger, 1905

Hauerina bradyi Cushman, 1917

1917- *Hauerina bradyi* Cushman, p.62, pl.23, fig.2.

Forages (Nouvelle-Calédonie) : 16 et 35 (niveau 3-4 m)

Hauerina involuta Cushman, 1946 (Pl. 3, fig. 11)

1946- *Hauerina involuta* Cushman, p.13, pl.2, fig.25-28.

Forages (Nouvelle-Calédonie) : 16 et 35 (niveaux 3-4 m et 6-8 m)

Hauerina orientalis Cushman, 1946

1946- *Hauerina orientalis* Cushman, p.12, pl.2, fig.22-24.

Cette espèce diffère de la précédente par son nombre accrue de loges et par sa forme moins globuleuse.

Forages (Nouvelle-Calédonie) : 2, 16 et 35 (niveaux 3-4 m et 6-8 m)

Genre : *Tubinella* Rhumbler, 1906

Tubinella funalis (Brady, 1884) (Planche 18, photo 1)

1884- *Articulina funalis* Brady, p.185, pl.13, fig.6-11.

1960- *Tubinella funalis* (Brady) : Barker, p.26, pl.13, fig.6-11.

Proloculus bulbeux prolongé d'un test très long et étroit dont les chambres sont striées longitudinalement.

Forages (Nouvelle-Calédonie) : 6 et 35 (niveaux 3-4 m et 6-8 m)

Genre : *Articulina* d'Orbigny, 1826

Articulina pacifica Cushman, 1944

1944- *Articulina pacifica* Cushman, p.17, pl.4, fig.14-18.

Test de petite taille dont l'ouverture ronde et large est munie d'une forte lèvre avec ornementation constituée de côtes longitudinales.

Forages (Nouvelle-Calédonie) : 35 (niveaux 3-4 m et 6-8 m)

Genre : *Parrina* Cushman, 1931

Parrina bradyi (Millett, 1898) (Planche 18, photo 4)

1898- *Nubecularia bradyi* Millett, p.261, fig.6-a-b.

1960- *Parrina bradyi* (Millett) : Barker, p.1, pl.1, fig.5-6.

Enroulement miliolin devenant unisériel puis désordonné. L'ouverture terminale très caractéristique est parfois multiple, large, sans dent, bordée d'une lèvre.

Forages (Nouvelle-Calédonie) : 2, 6, 14 et 35 (niveau 3-4 m)

Famille : Soritidae Ehrenberg, 1839

Genre : *Peneroplis* de Montfort, 1808

Peneroplis pertusus (Forskal, 1775) (Planche 18, photo 3)

1775- *Nautilus pertusus* Forskal, p.125, n°65.

1884- *Peneroplis pertusus* (Forskal) : Brady, p.204, pl.13, fig.16-17, 23.

Test composé de loges plus hautes que larges.

Forages (Nouvelle-Calédonie) : 14, 16 et 35 (niveaux 3-4 m, 6-8 m et 10- 11 m)

Peneroplis planatus (Fichtel et Moll, 1798) (Planche 18, photo 2)

1798- *Nautilus planatus* Fichtel et Moll, p. 91, pl. 16, fig. 1

Test très aplati, à enroulement précoce planspiralé ; les dernières loges peuvent largement s'étaler. Les ouvertures au niveau de la dernière loge sont multiples. Cette espèce diffère de la précédente notamment par ses loges plus larges que longues et son ornementation.

Forages (Nouvelle-Calédonie) : 2, 16 et 35 (niveaux 3-4 m et 6-8 m)

Genre : *Sorites* Ehrenberg, 1839

Sorites marginalis (Lamarck, 1816) (Planche 18, photo 7)

1816- *Orbulites marginalis* Lamarck, p.196, n°1.

1960- *Sorites marginalis* (Lamarck) : Barker, p.30, pl.15, fig.1-3, 5.

Test discoïdal dont les loges sont disposées en cycles annulaires. Les pores sont alignés sur 2 rangées. Les ouvertures peuvent s'anastomoser deux à deux (Lévy, 1977).

Forages (Nouvelle-Calédonie) : 2, 4, 6, 14, 17 et 35 (niveaux 3-4 m et 6-8 m)

Genre : *Marginopora* Quoy et Gaimard in de Blainville, 1830

Marginopora vertebralis Quoy et Gaimard, 1830

1830- *Marginopora vertebralis* Quoy et Gaimard, p. 377, pl. 69, fig. 6.

Forme très caractéristique discoïde dont les ouvertures à la périphérie sont multiples.

Forages (Nouvelle-Calédonie) : 17 et 35 (niveau 6-8 m)

Famille : Alveolinidae Ehrenberg, 1839

Genre : *Alveolinella* Douvillé, 1906

Alveolinella quoyi (d'Orbigny, 1826)

1826- *Alveolina quoyi* d'Orbigny, 1826, p.37

1906- *Alveolinella quoyi* (d'Orbigny) : Douvillé, p.585

Forages : 4 ; dans les biocalcarénites de la côte sud-est.

Sous-ordre : Rotaliina Delage et Herouard, 1896

Super-famille : Nodosariacea Ehrenberg, 1838

Famille : Polymorphinidae d'Orbigny, 1839

Genre : *Pseudopolymorphina* Cushman et Ozawa, 1928

Pseudopolymorphina ligua (Roemer, 1838)

1838- *Polymorphina* (*Polymorphina*) *ligua*, Roemer, p.385, pl.3, figs.25a-b

1960- *Pseudopolymorphina ligua* (Roemer) : Brady, p.150, pl.72, figs.9-11

Quinqueloculin dans les premiers stades, puis bisérié, le test est allongé et costulé. L'espèce figurée par Brady (1884) et attribuée à *Polymorphina compressa* d'Orbigny a été mise en synonymie avec *Pseudopolymorphina ligua* (Roemer) par Cushman et Ozawa (1930) (Barker, 1970)

Forages (Nouvelle-Calédonie) : 2

Famille : Glandulinidae Reuss, 1860

Genre : *Oolina* d'Orbigny, 1839

Oolina globosa (Montagu, 1803)

1803- *Vermiculum globosum* Montagu, p.523.

1960- *Oolina globosa* (Montagu) : Barker, p.114, pl.56, fig.1-3.

Test arrondi et lisse à ouverture petite et ronde.

Forages (Nouvelle-Calédonie) : 14 et 35 (niveau 3-4 m)

Genre : *Fissurina* Reuss, 1850

Fissurina lagenoides (Williamson, 1858)

1858- *Entosolenia marginata* var. *lagenoides* Williamson, p.11, pl.1, fig.25-26

1960- *Fissurina lagenoides* (Williamson) : Barker, p.124, pl.60, fig.6-7, 9.

Forages (Nouvelle-Calédonie) : 14

Fissurina radiato-marginata (Parker et Jones, 1865)

1865- *Lagena radiato-marginata* Parker et Jones, p.355, pl. 18, fig. 3a-b

1884- *Lagena radiato-marginata* Parker et Jones : Brady, p.481, pl. 61, figs. 8-9

1940- *Fissurina radiato-marginata* (Parker et Jones) : Parr, p. 308

1960- *Fissurina radiato-marginata* (Parker et Jones) : Barker, p. 127, pl.61, figs.8-9

Test de forme ovale caractérisé par son ornementation.

Forages (Nouvelle-Calédonie) : 6 (rare)

Fissurina squamoso-marginata (Parker et Jones, 1865)

1865- *Lagena squamoso-marginata* Parker et Jones, p. 356, pl. 18, fig. 2

1960- *Fissurina squamoso-marginata* (Parker et Jones) : Barker, p. 126

Cette espèce se caractérise par son ornementation striée longitudinale.

Forages (Nouvelle-Calédonie) : 14

Super-famille : Buliminacea Jones, 1875

Famille : Bolivinitidae Cushman, 1927

Genre : *Bolivina* d'Orbigny, 1839

Bolivina rhomboidalis (Millett, 1899)

Sa forme rhomboïdale à l'origine de son nom caractérise bien cette espèce.

Forages (Nouvelle-Calédonie) : 35 (niveau 6-8 m)

Bolivina semi-costata Cushman, 1911

1911- *Bolivina semi-costata* Cushman, p.43-44, ff.70.

Cette espèce se caractérise par un test dont seule la moitié inférieure est ornée de stries, d'où son nom.

Forages (Nouvelle-Calédonie) : 14

Genre : *Rectobolivina* Cushman, 1927

Rectobolivina raphana (Parker et Jones, 1865) (Planche 18, photo 5)

1865- *Uvigerina (Sagrina) raphanus* Parker et Jones, p.364, pl.18, fig.16a-b, 17.

1964- *Rectobolivina raphana* (Parker et Jones) : Loeblich et Tappan, C.553, fig.438(9-11).

Espèce caractéristique, bisériée dans les premiers stades, puis unisériée. Le test est orné de fortes côtes longitudinales. L'ouverture bordée d'une lèvre épaisse est pourvue d'une dent plate distordue.

Forages (Nouvelle-Calédonie) : 2, 4, 6, 14 et 35 (niveaux 3-4 m et 6-8 m)

Famille : Buliminidae Jones, 1875

Genre : *Reussella* Galloway, 1933

Reussella simplex (Cushman, 1929) (Planche 18, photo 8)

1929- *Trimosina simplex* Cushman, p.158.

1945- *Reussella simplex* (Cushman) : Cushman, p.40.

Test trisérié grossièrement perforé, principalement le long des bordures de chambres. Les terminaisons des loges sont épineuses et l'ouverture allongée sans dent.

Forages (Nouvelle-Calédonie) : 6 et 35 (niveaux 3-4 m et 6-8 m)

Reussella spinulosa (Reuss, 1850)

1850- *Verneuilina spinulosa* Reuss, p.374, pl.47, fig.12.

1933- *Reussella spinulosa* (Reuss) : Galloway, p.360 ?

Espèce voisine de la précédente. A noter que les perforations occupent toute la surface du test.

Forages (Nouvelle-Calédonie) : 2, 4, 14, 16 et 35 (niveaux 3-4 m, 6-8 m et 10-11 m)

Super-famille : Discorbacea Ehrenberg, 1838

Famille : Discorbidae Ehrenberg, 1838

Genre : *Discorbis* Lamarck, 1804

Discorbis sp. (Planche 20, photos 8-10)

Forme de petite taille dont la face spirale très aplatie est grossièrement perforée. La face ombilicale plus bombée montre une large ouverture très échancrée.

Forages (Nouvelle-Calédonie) : 6, 35 (niveaux 3-4 m et 6-8 m)

Genre : *Neoconorbina* Hofker, 1951

Neoconorbina terquemi (Rzehak, 1888)

1876- *Rosalina orbicularis* Terquem (non d'Orbigny), p.75, pl.9, fig.4a-b).

1888- *Discorbina terquemi* Rzehak, p.228.

1951- *Neoconorbina terquemi* (Rzehak) : Hofker, p.435.

1960- *Neoconorbina terquemi* (Rzehak) : Barker, p.182, pl.88, fig.4-8.

La face spirale est convexe et subconique et les loges ont des sutures bien marquées. La face ombilicale plane est caractérisée par un segment occupant la moitié de sa surface et une périphérie finement crénelée.

Forages (Nouvelle-Calédonie) : 2, 6, 14, 16 et 35 (niveaux 3-4 m et 6-8 m)

Genre : *Rosalina* d'Orbigny, 1826

Rosalina globularis d'Orbigny, 1826 (Planche 20, photo 7)

1826- *Rosalina globularis* d'Orbigny, p.271, pl.13, fig.1-4.

Test caractérisé par une périphérie non perforée et l'absence de granulations ombilicales

(Randrianasolo, 1972).

Forages (Nouvelle-Calédonie) : 2, 4, 6, 14 et 35 (niveaux 3-4 m, 6-8 m et 10-11 m)

Genre : *Tretomphalus* Möbius, 1880

Tretomphalus bulloides (d'Orbigny, 1839)

1839- *Rosalina bulloides* d'Orbigny, p.104, pl.3, fig.2-5.

1934- *Tretomphalus bulloides* (d'Orbigny) : Cushman, p.86, pl.11, fig.1-2, pl.12, fig.6.

Espèce caractéristique (chambre ballonnée) dont les loges en spirale augmentent régulièrement ; les sutures sont distinctes et obliques.

Forages (Nouvelle-Calédonie) : 14 et 35 (niveaux 3-4 m)

Tretomphalus milletti (Heron-Allen et Earland, 1915)

1915- *Cymbalopora milletti* Heron-Allen et Earland, p.689, pl.51, figs.32-35.

1924- *Tretomphalus milletti* (Heron-Allen et Earland) : Cushman, p.36, pl.11, fig.4.

Cette espèce se distingue de *Tretomphalus bulloides* par sa face spirale plus haute, ses loges plus petites et la segmentation de sa chambre de flottaison (Cushman, 1934).

Forages (Nouvelle-Calédonie) : 35 (niveau 3-4 m)

Famille : Glabratellidae Loeblich et Tappan, 1964

Genre : *Glabratella* Dorreen, 1948

Glabratella patelliformis (Brady, 1884) (Planche 18, photos 9-10)

1884- *Discorbina patelliformis* Brady, p.647, pl.88, fig.3a-c, pl.89, fig.1a-c.

1960- *Pileolina* (?) *patelliformis* (Brady) : Barker, p.182 et 184, pl.88, fig.3a-c, pl.89, fig.1a-c.

La face spirale est subconique et la face inférieure composée de nombreux segments plus ou moins rectangulaires.

Forages (Nouvelle-Calédonie) : 2, 16 et 35 (niveaux 3-4 m et 6-8 m)

Glabratella tabernacularis (Brady, 1881)

1881- *Discorbina tabernacularis* Brady, p.65.

1960- *Pileolina* (?) *tabernacularis* (Brady) : Barker, p.184, pl.89, fig.5-7.

Espèce très caractéristique de petite taille de forme conique dont la face inférieure est crénelée.

Forages (Nouvelle-Calédonie) : 14, 16 et 35 (niveaux 3-4 m et 6-8 m)

Glabratella wiesneri (Parr, 1950)

1950- *Discorbis wiesneri* Parr, p.356.

1960- *Pileolina* (?) *wiesneri* (Parr) : Barker, p.186, pl.90, fig.5, 6, 9-12.

Forages (Nouvelle-Calédonie) : 14

Famille : Siphoninidae Cushman, 1927.

Genre : *Siphonina* Reuss, 1850

Siphonina tubulosa Cushman, 1924

1924- *Siphonina tubulosa* Cushman, p.40, pl.13, fig.1-2.

Test lenticulaire à enroulement trochospiral, orné de pustules et à périphérie carénée.

Forages (Nouvelle-Calédonie) : 4, 6 et 35 (niveau 3-4 m)

Famille : Epistomariidae Hofker, 1954

Genre : *Epistomaroides* Uchio, 1952

Epistomaroides polystomelloides (Parker et Jones, 1865)

1865- *Discorbina turbo* (d'Orbigny) var. *polystomelloides* -Parker et Jones, p.421, pl.19, fig.8a-c.

1952- *Epistomaroides polystomelloides* (Parker et Jones) : Uchio, p.158.

Test à enroulement trochospiral caractérisé par des ponts suturaux joignant les loges.

Forages (Nouvelle-Calédonie) : 35 (niveau 6-8 m)

Super-famille : Spirillinacea Reuss, 1862

Famille : Spirillinidae Reuss, 1862

Genre : *Spirillina* Ehrenberg, 1843

Spirillina inaequalis Brady, 1884

1884- *Spirillina inaequalis* Brady, p.631, pl.85, figs.8-11

Des tubercules à la surface confèrent à cette espèce un aspect bosselé.

Forages (Nouvelle-Calédonie) : 35 (niveau 3-4 m)

Spirillina vivipara Ehrenberg, 1843 (Planche 19, photo 4)

1843- *Spirillina vivipara* Ehrenberg, p.323 et 422 ?, pl.3, fig.41.

Forages (Nouvelle-Calédonie) : 35 (niveau 3-4 m)

Super-famille : Rotaliacea Ehrenberg, 1839

Famille : Rotaliidae Ehrenberg, 1839

Genre : *Ammonia* Brünnich, 1772

Ammonia beccarii tepida (Cushman, 1926)

1926- *Rotalia beccarii* (Linné) var. *tepida* Cushman, p. 79

Test dont la face supérieure est plus ou moins aplatie et la face inférieure dépourvue de bouton ombilical et de granules.

Forages (Nouvelle-Calédonie) : 14, 16 et 35 (niveau 6-8 m)

Famille : Calcarinidae Schwager, 1876

Genre : *Calcarina* d'Orbigny, 1826

Calcarina cf. *calcar* d'Orbigny, 1826

1826- *Calcarina calcar* d'Orbigny, p.276.

Cette espèce se caractérise par des épines prolongeant les dernières loges.

Forages (Nouvelle-Calédonie) : 2, 4, 6, 14, 16 et 17

Calcarina hispida Brady, 1876 (Planche 19, photos 1-2)

1876- *Calcarina hispida* Brady, p.589.

1884- *Calcarina hispida* Brady, p.713, pl.108, fig.8-9.

Surface couverte d'épines courtes masquant les sutures à l'exception de celles des dernières loges. De plus grandes épines peuvent prolonger les chambres à la périphérie.

Forages (Nouvelle-Calédonie) : 2, 4, 6, 14, 16, 17 et 35 (niveaux 3-4 m, 6-8 m et 10-11 m)

Calcarina hispida pulchella Chapman, 1900 (Planche 19, photo 3)

1900- *Calcarina hispida* Brady var. *pulchella* Chapman, p.15, pl.1, fig.10.

Diffère de la précédente par ses longs prolongements très ramifiés.

Forages (Nouvelle-Calédonie) : 17 et 35 (niveau 3-4 m)

Genre : *Baculogypsina* Sacco, 1893

Baculogypsina sphaerulata (Parker et Jones, 1893)

1893- *Orbitolina sphaerulata* Parker et Jones, p.34

1893- *Baculogypsina sphaerulata* (Parker et Jones) : Sacco, p.206

Test robuste avec 3 à 5 épines radiales. Le nombre des épines et la robustesse du test dépendent de l'hydrodynamisme. Espèce caractéristique de milieux généralement très agités.

Forages : dans les biocalcarénites de la côte sud-est ; dans le beach-rock de l'îlot Vert (côte ouest) ; dans les sables des forages 2, 4, 6 et 17 (Thio)

Famille : Elphidiidae Galloway, 1933

Genre : *Elphidium* de Montfort, 1808

Elphidium aculeatum (Silvestri, 1901)1901- *Polystomella macella* (Fichtel et Moll) var. *aculeata* Silvestri, p.45.1960- *Elphidium macellum* (Fichtel et Moll) var. *aculeatum* (Silvestri) : Barker, p.228, pl.110, fig.10.Espèce voisine de *E. macellum* caractérisée par de courtes épines à sa périphérie.

Forages (Nouvelle-Calédonie) : 35 (niveau 3-4 m)

Elphidium advenum (Cushman, 1922)1922- *Polystomella advena* Cushman, p.56, pl.9, fig.11-12.1960- *Elphidium advenum* (Cushman) : Barker, p.226, pl.110, fig.1a-b.

Forages (Nouvelle-Calédonie) : 6 et 14

Elphidium crispum (Linné, 1767) (Planche 19, photo 7)1767- *Nautilus crispus* Linné, p.1162.1929- *Elphidium crispum* (Linné) : Cushman, p.20, pl.4, fig.3-4.

Test involute à périphérie grossièrement anguleuse et région ombilicale caractérisée par une dizaine d'alvéoles.

Forages (Nouvelle-Calédonie) : 2, 4, 6, 14, 16 et 35 (niveaux 3-4 m et 6-8 m)

Elphidium cf. *earlandi* Cushman, 19361936- *Elphidium earlandi* Cushman, p.85, pl.15, fig.5a-b.Voisine de *E. macellum* les formes qui lui sont rapportées possèdent moins de loges et des sutures beaucoup plus recourbées.

Forages (Nouvelle-Calédonie) : 35 (niveau 3-4 m)

Elphidium hispidulum Cushman, 19361936- *Elphidium hispidulum* Cushman, p.83, pl.14, fig.13a-b.

Tests caractérisés par des sutures ornées de papilles dans les stades précoces.

Forages (Nouvelle-Calédonie) : 35 (niveau 3-4 m)

Elphidium macellum (Fichtel et Moll, 1798) (Planche 19, photo 9)1798- *Nautilus macellus* Fichtel et Moll, p.66, pl.10, fig.e-g.1808- *Elphidium macellum* (Fichtel et Moll) : de Montfort, p.15, 4^{ème} genre.1929- *Elphidium macellum* (Fichtel et Moll) : Cushman, p.18, pl.4, fig.1-2.

Test involute à région ombilicale plate et à "retral processes" fortement recourbés en arrière.

Forages (Nouvelle-Calédonie) : 2, 4, 6, 14, 16 et 35 (niveaux 3-4 m, 6-8 m et 10-11 m)

Elphidium macellum limbatum (Chapman, 1902)1902- *Polystomella macella* (Fichtel et Moll) var. *limbata* Chapman, p.142, pl.10, fig.9a-b.1933- *Elphidium macellum* (Fichtel et Moll) var. *limbatum* (Chapman) : Cushman, p.50, pl.11, fig.9a-b.

Forages (Nouvelle-Calédonie) : 35 (niveau 3-4 m)

Genre : Cellanthus de Montfort, 1808*Cellanthus craticulatus* (Fichtel et Moll, 1798) (Planche 19, photo 10)1798- *Nautilus craticulatus* Fichtel et Moll, p.51, pl.5, fig. h, i, k.1808- *Cellanthus craticulatus* (Fichtel et Moll) : de Montfort, p.206, 52^{ème} genre.1964- *Cellanthus craticulatus* (Fichtel et Moll) : Loeblich et Tappan, C.635, fig.507(1-6).

Test large et plan-spiralé possédant un large ombilic parsemé d'alvéoles qui occupe un peu moins de la moitié du diamètre du test.

Forages (Nouvelle-Calédonie) : 4, 6, 14 et 35 (niveau 6-8 m)

Genre : Cribroelphidium Cushman et Brönnimann, 1948*Cribroelphidium poeyanum* (d'Orbigny, 1839) (Planche 19, photo 8)1839- *Polystomella poeyana* d'Orbigny, p.75, pl.6, fig.25-26.1964- *Cribroelphidium poeyanum* (d'Orbigny) : Loeblich et Tappan, C.635, fig.508(3-4).

Test plan-spiral et involute à sutures déprimées où de "larges et courts ponts suturax" (Le Calvez, 1977) sont visibles.

Forages (Nouvelle-Calédonie) : 4, 14, 16 et 35 (niveaux 3-4 m, 6-8 m et 10-11 m)

Famille : Nummulitidae de Blainville, 1825

Genre : *Operculina* d'Obigny, 1826

Operculina ammonoides (Gronovius, 1781)

1781- *Nautilus ammonoides* Gronovius, p.282, pl. 19, figs. 5-6

1862- *Operculina ammonoides* (Gronovius) : Carpenter, Parker et Jones, p.810

1985- *Operculina ammonoides* (Gronovius) : Debenay, p.84, pl. 19, fig. 2

Espèce rarement trouvée, se caractérisant par des sutures fortement en relief et des granules parsemant le test.

Forages (Nouvelle-Calédonie) : 2, 4

Operculina bartschi Cushman, 1921

1921- *Operculina bartschi* Cushman, p.376, fig. 13

1985- *Operculina bartschi* Cushman : Debenay, p.85, pl. 19, fig. 5

L'espèce trouvée se caractérise par des premières loges bombées alors que les dernières sont aplaties et qu'elles s'accroissent rapidement.

Forages (Nouvelle-Calédonie) : 2

Genre : *Heterostegina* d'Obigny, 1826

Heterostegina cf. depressa d'Obigny, 1826

1826- *Heterostegina depressa* d'Obigny, p.305

Ont été rapportés à cette espèce, des tests dont le bouton central est proéminent.

Forages (Nouvelle-Calédonie) : 2, 4, 6 et 35 (niveau 3-4 m)

Super-famille : Orbitoidacea Schwager, 1876

Famille : Eponididae Hofker, 1951

Genre : *Eponides* de Montfort, 1808

Eponides repandus (Fichtel et Moll, 1798) (Planche 19, photo 11)

1798- *Nautilus repandus* Fichtel et Moll, p.35, pl.3, fig.a-d.

1808- *Eponides repandus* (Fichtel et Moll) : de Montfort, p.127. ;

1960- *Eponides repandus* (Fichtel et Moll) : Barker, p.214, pl.104, fig.18a-c.

Forages (Nouvelle-Calédonie) : 2, 4, 6, 14, 16 et 35 (niveau 3-4 m)

Famille : Amphisteginidae Cushman, 1927

Genre : *Amphistegina* d'Obigny, 1826

Amphistegina lessonii d'Obigny, 1826

1826- *Amphistegina lessonii* d'Obigny, p.304, modèle n°98, 4ème livraison.

Forages (Nouvelle-Calédonie) : 2, 4, 6, 14, 16 et 35 (niveau 6-8 m)

Amphistegina radiata (Fichtel et Moll, 1798)

1826- *Nautilus radiatus* Fichtel et Moll, p.58, pl.8 a-d

1959- *Amphistegina radiata* (Fichtel et Moll) : Graham et Militante, p.104

Forages (Nouvelle-Calédonie) : 4, 6, 17 et dans les biocalcarénites de la côte sud-est

Famille : Cibicididae Cushman, 1927

Genre : *Cibicides* de Montfort, 1808

Cibicides lobatulus (Walker et Jacob, 1798) (Planche 20, photo 1)

1798- *Nautilus lobatulus* Walker et Jacob, p.642, pl.14, fig.36.

1960- *Cibicides lobatulus* (Walker et Jacob) : Barker, p.190, pl.92, fig.10.

Espèce caractérisée par sa périphérie lobée et son ouverture en arche interiomarginale bordée d'une lèvre qui s'étend le long de la suture spirale.

Forages (Nouvelle-Calédonie) : 14 et 35 (niveau 3-4 m)

Cibicides refulgens de Montfort, 1808 (Planche 20, photo 2)

1808- *Cibicides refulgens* de Montfort, p.123, p.122 ff.

Les tests grossièrement perforés possèdent des loges de formes et de tailles différentes conférant à cette espèce un aspect parfois difforme.

Forages (Nouvelle-Calédonie) : 35 (niveau 3-4 m)

Genre : *Cibicidella* Cushman, 1927

Cibicidella variabilis (d'Orbigny, 1826)

1826- *Truncatulina variabilis* d'Orbigny, p.279, pl.12, fig.138.

1927- *Cibicidella variabilis* (d'Orbigny) : Cushman, p.93.

Test plan-convexe et trochospiral dans les stades jeunes devenant irrégulier dans les stades adultes. Possibilité d'ouvertures multiples.

Forages (Nouvelle-Calédonie) : 14 et 35 (niveau 3-4 m)

Famille : Planorbulinidae Schwager, 1877

Genre : *Planorbulina* d'Orbigny, 1826

Planorbulina acervalis Brady, 1884

1884- *Planorbulina acervalis* Brady, p.657, pl.92, fig.4.

Tests caractérisés par une face spirale avec de nombreuses loges dont les dernières plus grandes et irrégulières confèrent à cette espèce une périphérie très découpée.

Forages (Nouvelle-Calédonie) : 2 et 35 (niveau 3-4 m)

Planorbulina mediterraneensis d'Orbigny, 1826

1826- *Planorbulina mediterraneensis* d'Orbigny, p.680, pl.14, fig.4-6.

Tests généralement brisés, caractérisés par une face spirale plane avec de plus grandes loges que *P. acervalis*. Les nombreuses petites ouvertures sont bordées d'une lèvre.

Forages (Nouvelle-Calédonie) : 14 et 35 (niveau 3-4 m)

Genre : *Planorbulinella* Cushman, 1927

Planorbulinella larvata (Parker et Jones, 1860)

1860- *Planorbulina vulgaris* d'Orbigny var. *larvata* Parker et Jones, p.294.

1865- *Planorbulina larvata* (Parker et Jones) : Parker et Jones, p.379, pl.19, fig.3a-b.

1927- *Planorbulinella larvata* (Parker et Jones) : Cushman, p.96.

Forages (Nouvelle-Calédonie) : 2 et 35 (niveau 3-4 m)

Famille : Acervulinidae Schultze, 1854

Genre : *Acervulina* Schultze, 1854

Acervulina inhaerens Schultze, 1854

1854- *Acervulina inhaerens* Schultze, p.68, pl.6, fig.12.

Les tests trouvés sont généralement de forme irrégulière et souvent brisés.

Forages (Nouvelle-Calédonie) : 35 (niveau 3-4 m)

Genre : *Sphaerogypsina* Galloway, 1933

Sphaerogypsina globula (Reuss, 1848)

1848- *Cerriopora globulus* Reuss, p.33

1933- *Sphaerogypsina globulus* (Reuss) : Galloway, p.309

1964- *Sphaerogypsina globula* (Reuss) : Loeblich et Tappan, p.C.698, fig. 569

Le test est similaire à celui de *Gypsina* mais il est globuleux.

Forages (Nouvelle-Calédonie) : 2 et 6

Famille : Cymbaloporidae Cushman, 1927

Genre : *Cymbaloporella* Cushman, 1927

Cymbaloporella tabellaeformis (Brady, 1884)

1884- *Cymbalopora tabellaeformis* Brady, p. 637, pl.102, fig.15-18.

1927- *Cymbaloporella tabellaeformis* (Brady) : Cushman, p.81.

Espèce caractérisée par une face spirale plane et une face inférieure plus convexe avec de nombreux segments à disposition plus ou moins régulière. Nombreuses petites ouvertures le long des sutures de la face ombilicale.

Forages (Nouvelle-Calédonie) : 14 et 35 (niveau 3-4 m)

Genre : *Cymbaloporeta* Cushman, 1928

Cymbaloporeta bradyi (Cushman, 1915) (Planche 20, photos 4-5)

1915- *Cymbalopora poeyi* var. *bradyi* Cushman, p.25.

1924- *Cymbalopora bradyi* (Cushman) : Cushman, p.34.

1932- *Cymbaloporeta bradyi* (Cushman) : Thalmann, p.310.

Espèce dont la face spirale est légèrement bombée. La face ombilicale est caractérisée par de nombreux segments régulièrement disposés.

Forages (Nouvelle-Calédonie) : 16, 35 (niveaux 3-4 m, 6-8 m et 10-11 m)

Cymbaloporeta squamosa (d'Orbigny, 1839) (Planche 20, photos 3 et 6)

1839- *Rosalina squamosa* d'Orbigny, p.91, pl.3, fig.12-14.

1931- *Cymbaloporeta squamosa* (d'Orbigny) : Cushman, p.83, pl.16, fig.4a-c.

Forages (Nouvelle-Calédonie) : 14, 16 et 35 (niveaux 3-4 m, 6-8 m et 10-11 m)

Super-famille : Cassidulinacea d'Orbigny, 1839

Famille : Caucasinidae Bykova, 1959

Genre : *Coryphostoma* Loeblich et Tappan, 1962

Coryphostoma limbata (Brady, 1881) (Planche 18, photos 11-12)

1881- *Bolivina limbata* Brady, p.57

Test allongé, parfois orné de stries. L'ouverture bordée d'une lèvre plus ou moins épaisse est pourvue d'une dent simple.

Forages (Nouvelle-Calédonie) : 14 et 35 (niveaux 3-4 m et 6-8 m)

Famille : Nonionidae Schultze, 1854

Genre : *Nonion* de Montfort, 1808

Nonion pacificum (Cushman, 1924)

1924- *Nonionina umbilicata* (Montagu) var. *pacifica* Cushman, p.48, pl.16, fig.3.

1933- *Nonion pacificum* (Cushman) : Cushman, p.44, pl.10, fig.9a-b.

Forages (Nouvelle-Calédonie) : 35 (niveaux 3-4 m et 6-8 m)

Famille : Anomalinidae Cushman, 1927

Genre : *Anomalinella* Cushman, 1927

Anomalinella rostrata (Brady, 1881)

1881- *Truncatulina rostrata* - Brady,

1927- *Anomalinella rostrata* (Brady) : Cushman, p.93.

1960- *Anomalinella rostrata* (Brady) : Barker, p.194, pl.94, fig.6.

Espèce dont le test grossièrement perforé, est caractérisée par une première ouverture en arche en position antéromarginale et une seconde en fente à la périphérie de la dernière loge.

Forages (Nouvelle-Calédonie) : 2, 4, 6, 14 et 35 (niveau 3-4 m)

ANNEXE 7

SYSTEMATIQUE DES OSTRACODES

SYSTEMATIQUE DES OSTRACODES

La classification adoptée (Hartmann et Puri, 1974) utilise à la fois des critères néontologiques et paléontologiques ; de nombreux taxons (familles, genres) actuels y sont particulièrement bien définis ce qui est précieux pour une étude réalisée sur des environnements subactuels.

Au niveau des espèces, seules la référence d'origine et celle du dernier changement de genre sont prises en compte.

Sous-classe : OSTRACODA Latreille, 1806

Ordre : Podocopida G.W. Müller, 1894

Famille : Cytherellidae Sars, 1866

Genre : *Cytherella* Jones, 1849

Cytherella pulchra Brady, 1866

1866-*Cytherella (Cytherella) pulchra* Brady, p. 361, pl. 57, fig. 1 a-d.

Carapaces oblongues, subrectangulaires à extrémités arrondies, empreintes musculaires typiques du genre. Surface des valves lisse.

Distribution : Australie (fichier Ellis et Messina), Golfe Persique (Paik, 1977).

Nouvelle-Calédonie : forage NC.35.PV. niveau 3-4 m, 6-8 m et 10-11 m

Ecologie : Kruit (in : Kornicker, 1963) a trouvé cette espèce avec *C. lata* confinée à des profondeurs excédant 20 m dans le golfe de Paria.

Les Cytherellidées : Kornicker, 1963 donne les indications suivantes : 1-les Bairdiidae et les Cytherellidae sont souvent associées ; 2-les Cytherellidae peuplent tout substrat sauf les aires oolitiques.

Cytherella aff. *arostrata* Kornicker, 1963 (Pl 7, fig. 1-2)

1963-*Cytherella arostrata* Kornicker, p. 66-67, text-fig. 13-25, 35-38.

Espèce rappelant la précédente. Les différences résident dans l'arrondi plus large des valves, une ornementation réticulée et un sulcus médian situé dans une légère dépression.

Distribution : Bimini (Bahamas, Kornicker, 1963)

Nouvelle-Calédonie : forage NC.35.PV. niveau 6-8 m

Superfamille : Bairdiacea Sars, 1866

Famille : Bairdiidae Sars, 1888

Sous-famille : Bythocypridinae Maddocks, 1969

Genre : *Anchistrocheles* Brady et Norman, 1889

Anchistrocheles fumata Brady, 1890 (Pl 11, fig. 4)

1890-*Anchistrocheles fumata* Brady, p.497, pl.3, fig.13-14.

La forme des valves est très caractéristique : l'extrémité antérieure est largement arrondie et subtronquée antéro-ventralement ; l'extrémité postérieure est plus étroite. La surface des valves est lisse mais tachetée.

Distribution : Lufi-Lufi, Upoli, Samoa, Pacifique (Brady, 1890)

Nouvelle-Calédonie : forage NC.14.OU

Ecologie : Brady (1890) l'a signalé dans des flaques d'eau littorales.

Anchistrocheles aff. sp. Bonaduce et al., 1980 (Pl 11, fig. 5)

1980-*Anchistrocheles* sp. Bonaduce, Masoli, Minichelli et Pugliese, p.146, pl.2, fig.4-5, pl.14, fig.3.

Espèce se rapprochant de celle décrite par Bonaduce et al. ; elle en diffère par sa morphologie générale.

Distribution : Mer Rouge (Bonaduce et al., 1980)

Nouvelle-Calédonie : forage NC.14.OU

Ecologie : espèce trouvée à une profondeur de 30 m dans le golfe d'Eilat, Mer Rouge, en environnement corallien dans les fonds sableux (Bonaduce et al., 1980).

Sous-famille : Bairdiinae Sars, 1888

Genre : *Neonesidea* Maddocks, 1969

Neonesidea longisetosa (Brady, 1902) (Pl 7, fig. 3)

1902- *Bairdia longisetosa* Brady, p.197, pl.25, fig.8-9.

1969- *Neonesidea longisetosa* (Brady) : Maddocks, p.19.

1975- *Neonesidea longisetosa* (Brady) : Teeter, p.417, fig.3a, 4a.

Carapace de forme très allongée à partie postérieure très étroite ; 4 empreintes allongées dans la portion inférieure caractérisent cette espèce (Teeter, 1975). L'aire musculaire est opaque.

Distribution : Mer des Caraïbes, île Saint-Thomas (Brady, 1902) ; Belize (Teeter, 1975) ; Golfe de Mexico (Krutak, 1982)

Nouvelle-Calédonie : forage NC.35.PV. niveaux 3-4 m et 6-8 m

Ecologie : espèce des biofaciès de plate-forme carbonatée à Belize (Teeter, 1975). Krutak (1982) précise ses tolérances écologiques dans le golfe de Mexico : profondeur de 0,22 à 2,0 m ; salinité de 23,4 à 30,9‰ ; température de 27,0 à 32,5°C

Neonesidea sp.1 aff. *parilihamata* Maddocks, 1969

1969- *Neonesidea parilihamata* Maddocks, p.31, fig.11.

Carapace de petite taille ; l'aire musculaire est constituée de 4 rangées diagonales d'empreintes allongées.

Distribution : Nosy-Bé, Madagascar (Maddocks, 1969)

Nouvelle-Calédonie : forage NC.35.PV. niveau 6-8 m

Ecologie : vit en milieu corallien sur des éponges, coraux et autres organismes sessiles juste sous le niveau des basses mers (Maddocks, 1969).

Neonesidea sp.2 aff. *pateriformis* Maddocks, 1969 (Pl 11, fig. 1-3)

1969- *Neonesidea pateriformis* Maddocks, p.35, fig.13-15.

Carapace de forme allongée plus et moins ovale, pratiquement symétrique, sans angle ni terminaison caudale (ce qui la différencie de *Neonesidea tenera* (Brady, 1886) qui lui est très proche). Le bord postéro-ventral des valves est réticulé.

Distribution : Nosy-Bé, atoll d'Ifalik, Monbasa (Maddocks, 1969)

Nouvelle-Calédonie : forage NC.35.PV.

Ecologie : vit sur les algues, des fragments de coraux morts etc.... (Maddocks, 1969) ; également vue dans le sable en environnement récifal et de plate-forme.

Neonesidea sp.3 aff. *schulzi* (Hartmann, 1964) (Pl 7, fig. 4-6)

1964- *Triebelina schulzi* Hartmann, p.44, pl.4-5, fig.14-22.

1969- *Neonesidea schulzi* (Hartmann) : Maddocks, p.20, fig.3-d, 4a-d.

Carapace allongée de forme ovale ; les bords antérieurs des valves ne portent pas d'épines. De même le bord postéro-ventral de la valve droite n'en porte pas également (contrairement à *N. schulzi schulzi*). Le bord postéro-ventral de la valve gauche porte de très courtes épines parfois très atténuées. L'extrémité postérieure de la valve gauche se termine par une épine. La disposition des empreintes musculaires est pratiquement identique à celle de *N. schulzi schulzi*.

Distribution : Mer Rouge (Hartmann, 1964 ; Bonaduce et al., 1980) ; Nosy Bé, Madagascar (Maddocks, 1969) ; Midway et Hawaï (Hartmann, 1984)

Nouvelle-Calédonie : forage NC.35.PV. niveaux 3-4 m et 6-8 m

Ecologie : constitue l'espèce la plus abondante de Bairdiidés de l'épifaune d'algues, herbiers, coraux, fragments de coraux morts dans les habitats récifaux coralliens et de plate-forme submergée. A Nosy-Bé, cette espèce est trouvée près de récifs coralliens dans des sables en eaux peu profondes (Maddocks, 1969).

Genre : *Paranesidea* Maddocks, 1969

Paranesidea sp.1 aff. *algicola* Maddocks, 1969

1969- *Paranesidea algicola* Maddocks, p.46, fig.22-24, pl 1, fig.7-8.

Distribution : Nosy-Bé, Madagascar (Maddocks, 1969)

Nouvelle-Calédonie : forage NC.35.PV. niveaux 3-4 m et 6-8 m

Ecologie : vit sur de nombreux types d'algues calcaires et non calcaires près du niveau des

basses mers sur la plate-forme arrière récifale ; également sur des débris (Maddocks, 1969).

Paranesidea sp.2 aff. *fracticorallicola* Maddocks, 1969 (Pl 7, fig. 7)

1969- *Paranesidea fracticorallicola* Maddocks, p.43, fig.16-18, pl.1, fig.5-6.

Distribution : Nosy-Bé, Madagascar (Maddocks, 1969) ; Golfe d'Aqaba, Mer Rouge (Bonaduce et al., 1980)

Nouvelle-Calédonie : forage NC.35.PV. niveau 6-8 m

Ecologie : espèce commune sur les algues calcaires et non-calcaires et les accumulations de coraux morts près du niveau de basse mer sur la plate-forme arrière récifale et les plages. Abondants (subfossiles) dans les sables et boues sableuses des plages, récifs, et plus au large jusqu'à des profondeurs de 30 m (Maddocks, 1969).

Genre : *Triebelina* Van den Bold, 1946

Triebelina sertata Triebel, 1948 (Pl. 8, fig. 22)

1948- *Triebelina sertata* Triebel, p.19, fig.1-2.

Espèce caractérisée par une courte côte horizontale médio-dorsale sur sa valve gauche ; une carène ventro-latérale avec 2 forts tubercules de part et d'autre de l'aire musculaire centrale ; de courtes mais robustes épines sur les bords antéro- et postéro-ventraux. La réticulation très prononcée est constituée de petites dépressions circulaires à ovales plus ou moins alignées suivant le tracé du bord dorsal.

Distribution : milieux tropicaux récifaux (Hartmann, 1984)

Nouvelle-Calédonie : forage NC.35.PV. niveaux 3-4 m et 6-8 m

Ecologie : espèce commune en milieu récifal corallien sur des coraux vivants ou morts et des algues calcaires ; également dans des sables carbonatés de récifs et de plages (Maddocks, 1969).

Triebelina sp.1 (Pl 7, fig. 8-10)

Carapace de forme plus ou moins rhomboïdale dont la surface est entièrement recouverte de très courtes épines. Chez les jeunes individus ces épines postéro-ventrales et antérieures sont émoussées ; chez les adultes, elles sont plus nombreuses et robustes

Affinités : diffère de *T. schyroconcha* Maddocks, 1969 par son ornementation marginale épineuse plus importante et de *Triebelina tuberculata* Brady, 1880 par l'absence de réticulation (Maddocks, 1969)

Nouvelle-Calédonie : forage NC.35.PV. niveau 3-4 m

Superfamille : Cytheracea Baird, 1850

Famille : Cytheridae Baird, 1850

Genre : *Morkhovenia* Teeter, 1975

Morkhovenia inconspicua (Brady, 1880) (Pl 8, fig. 3)

1880-*Cythere inconspicua* Brady, p. 70, pl. 13, fig. 1.

1975-*Morkhovenia inconspicua* (Brady) : Teeter, p. 435.

Forme subrectangulaire en vue latérale. L'extrémité antérieure est large et ronde alors que le bord postérieur est plus étroit et de forme irrégulière. La surface des valves est réticulée et la présence de "tubercules proéminents" situés à l'extrémité postérieure et sur le bord postéro-ventral, donnent un aspect ailé à la carapace. Des épines plus ou moins développées sont visibles sur le bord antérieur.

Distribution : milieux récifaux tropicaux (Hartmann, 1984).

Nouvelle-Calédonie : forage NC.35.PV. niveau 6-8 m

Ecologie : espèce des faciès sableux (Brady, 1880) ; Hartmann (1984) la signale associée aux rhizoïdes des algues *Turbinaria* ; il la trouve également dans le sable fin autour de ces algues. Les échantillons signalés par Teeter (1975) proviennent de "biofaciès de la plate-forme carbonatée" de Belize. Krutak (1982) précise ses tolérances écologiques dans le golfe de Mexico : profondeur de 0,22 à 2,0 m ; salinité de 23,4 à 30,9‰ ; température de 27,0 à 32,5°C

Genre : *Keijia* Teeter, 1975

Keijia demissa (Brady, 1868) (Pl 8, fig. 4, 5)

1868-*Cythere demissa* Brady, p. 180, pl. 12, fig. 1-2.

1975-*Keijia demissa* (Brady, 1868) : Teeter, p.436, fig. 7 r, s ; 8 e.

Valves allongées en vue latérale ; bord antérieur déjeté ventralement ; bord postérieur anguleux orné d'épines. Les cloisons sont épaissies surtout à l'avant. On note l'extrême développement du bourrelet marginal antérieur. *Pectocythere* (?) *foveata* Hartmann, 1978 très proche diffère par son ornementation. La charnière est typique du genre *Keijia* avec différenciations proximales de l'élément médian. Le genre *Hemicytheridea*, très proche, a une charnière amphidonte plus simple.

Distribution : archipel de Kerimba, Mozambique, Floride, Belize, Philippines (Manille), Nouvelle-Zélande (Teeter, 1975) ; Golfe de Mexico (Krutak, 1982) ; milieux tropicaux (Hartmann, 1984).

Nouvelle-Calédonie : forage NC.35.PV. niveau 6-8 m

Ecologie : dans le "biofaciès de la plate-forme carbonatée" de Belize (Teeter, 1975). Krutak (1982) précise ses tolérances écologiques dans le golfe de Mexico : profondeur de 0,25 à 1,80 m ; salinité de 25,4 à 30,9‰ ; température de 29,0 à 32,1°C

Famille : Leptocytheridae Klie, 1938

Genre : *Callistocythere* Ruggieri, 1953

Callistocythere sp. 1 (Pl 8, fig. 6-8)

Nouvelle-Calédonie : forage NC.35.PV. niveaux 6-8 m et 10-11 m

Genre : *Leptocythere* Sars, 1925

Leptocythere keiji Hartmann, 1978 (Pl 9, fig. 9-11)

1978-*Leptocythere keiji* Hartmann, p. 77, pl. 3, fig. 9-10, 13-14, sch. 85-92.

De forme subquadratique, les individus étudiés sont typiquement ornés d'un réseau de rides. La face ventrale présente une légère concavité alors que le bord antérieur est large et rond, et le postérieur plus ou moins rectiligne et anguleux. Cette espèce se rapproche beaucoup de *Callistocythere fluctuans* Pugliese, Bonaduce et Masoli, 1976, particulièrement dans l'ornementation et la forme générale.

distribution : Australie (Hartmann, 1978).

Nouvelle-Calédonie : forage NC.35.PV. niveau 6-8 m

Ecologie : cette espèce vit sur des substrats sableux et associée à des algues sur des terrasses d'abrasion et de vieux récifs en Australie (Hartmann, 1978). Egalement associée à des herbiers de Posidonies.

Famille : Cytherideidae Sars, 1925

Genre : *Clithrocytheridea* Stephenson, 1936

Clithrocytheridea cf. *spinulosa* (Brady, 1868) (Pl 8, fig. 12-14)

1868-*Cytheridea spinulosa* Brady, p. 182, pl. 13, fig. 1-6.

1960-*Miocyprideis spinulosa* (Brady, 1868) : Kollmann, p. 178, pl. 18, fig. 12-13, pl. 19, fig. 16.

Cette espèce est rapportée au genre *Clithrocytheridea* eu égard à la configuration de la charnière ; chez *Miocyprideis*, elle est plus allongée et fine.

Carapace de forme ovale en vue latérale ; les extrémités antérieure et postérieure sont rondes et pourvues de courtes épines : en moyenne 6 sur le bord postérieur et 12 sur le bord antérieur. Elles manquent sur les stades larvaires. La surface des valves est ornée de petites dépressions circulaires à polyédriques. Elle est très proche de *Clithrocytheridea atjehensis* Kingma, vivant à Bornéo ; ces 2 espèces sont peut-être co-spécifiques.

Distribution : Fidji, Est Madagascar, Nouvelle-Calédonie

Nouvelle-Calédonie : forage NC.35.PV. niveau 6-8 m et 10-11 m.

Ecologie : trouvée par Brady (1868) dans de la boue.

Famille : Trachyleberididae Sylvester-Bradley (1948)

Genre : *Ponticocythereis* Mc Kenzie, 1967

Ponticocythereis manis Whatley et Titterton, 1981 (Pl 9, fig. 1-4)

1981-*Ponticocythereis manis* Whatley et Titterton, p. 162, pl. 2, fig. 1-12.

1981-*Actinocythereis verrucifera* Hartmann, p.104, pl.4, fig.6-12, sch.6-12.

1984-*Actinocythereis manis* Hartmann, p. 139.

Valves subrectangulaires à subquadratiques en vue latérale. Le bord antérieur est rond, orné d'une douzaine d'épines spatulées ; le bord postérieur est subovale avec 6 ou 7 épines marginales, largement espacées. La surface des valves est ornée de *clavae* (sensu Sylvester-Bradley et Benson, 1971). Les bords antérieur et postérieur en sont dépourvus, rendant visibles la réticulation fine à mailles espacées qui constitue en l'absence des *clavae* la principale ornementation chez les individus juvéniles, ainsi que le nombre accru des épines. Un alignement longitudinal des *clavae* cache le tubercule sub-central tandis qu'une autre rangée souligne les bords antérieur et ventral.

Remarque : les nombreuses *clavae* ornant la surface des valves constituent le trait caractéristique de cette espèce : les exemplaires récoltés dans ce forage peuvent être attribués à l'espèce décrite par Whatley et Titterton bien que les *clavae* ne soient pas disposées en rangées.

Distribution : île de Rokua près de Shortland, N.W. îles Salomon (Whatley et Titterton, 1981) ; Heron-Island, Australie (Hartmann, 1981).

Nouvelle-Calédonie : forage NC.35.PV. niveau 6-8 m

Ecologie : en zone intertidale près d'un récif corallien dans les îles Salomon (Whatley et Titterton, 1981). Une forme très proche, *Actinocythereis verrucifera* (synonymie probable avec *P. manis*) a été signalée dans des algueraias de récifs coralliens de Heron-Island, Australie (Hartmann, 1981).

Genre : *Alocopocythere* Siddiqui, 1971

Alocopocythere aff. *reticulata indoaustralis* Hartmann, 1978 (Pl. 8, fig. 15-19)

1978-*Alocopocythere reticulata indoaustralis* Hartmann, p. 90, pl. 7, fig. 1-2.

Forme subrectangulaire à subquadratique en vue latérale. Le bord antérieur est large et bien arrondi ; le postérieur forme un angle de 120° avec le bord dorsal. L'ornementation est de type réticulée, constituée de petites dépressions ovales. Une épine postéro-ventrale caractérise également cette espèce qui montre des affinités avec *A. reticulata reticulata* (Hartmann, 1964) mais surtout avec la sous-espèce *A. reticulata indoaustralis* Hartmann, 1978. En effet, *A. reticulata reticulata* possède une ornementation réticulée s'estompant sur les bords antérieur et postérieur ; *A. reticulata indoaustralis* montre une ornementation comme dans l'espèce décrite ci-dessus mais recouvrant la totalité de la surface des valves et avec une épine postéro-ventrale plus proéminente.

Distribution : Abu Dhabi ; océan Indien ; Birmanie ; Australie (Hartmann, 1978)

Nouvelle-Calédonie : forage NC.35.PV. niveau 6-8 m et 10-11 m

Ecologie : trouvé mort sur une plage d'Australie d'où écologie non précisée (Hartmann, 1978). Espèce très certainement phytale (comm. pers. P. Carbonel).

Famille : Hemicytherinae Puri, 1953

Genre : *Radimella* Pokorny, 1968

Radimella wantlandi (Teeter, 1975) (Pl. 9, fig. 5-6)

1975-*Aurila wantlandi* Teeter, p. 440, fig. 8 i, 9 a-c.

Carapace subquadratique en vue latérale. Les extrémités sont arrondies (le bord postérieur est subanguleux à arrondi). L'ornementation est particulière : des côtes marginales très fines longent le bord des valves, un "coude" postéro-dorsal très saillant à la rencontre d'une côte médio-dorsale et postérieure, 4 rides longitudinales et parallèles dans la moitié antérieure perdant de leur régularité dans la moitié arrière. Les individus étudiés sont parfaitement conformes à ceux figurés par Teeter (1975). Cette espèce ici placée dans le genre *Radimella* se rapproche de *R. polycosta* Holden, 1976, avec cependant des différences au niveau de l'ornementation.

Distribution : baie de Floride, Bahamas, Belize (Teeter, 1975)

Nouvelle-Calédonie : forage NC.35.PV. niveau 3-4 m et 6-8 m

Ecologie : dans le "biofaciès de la plate-forme carbonatée" de Belize (Teeter, 1975).

Genre : *Jugosocythereis* Puri, 1957

Jugosocythereis transoceanica (Teeter, 1975) (Pl. 9, fig. 8-9)

1975-*Hermanites transoceanica* Teeter, p. 450, fig. 110 o-q, 12 h.

1980-*Quadracythere auricolata* Bonaduce, Masoli, Minichelli, Pugliese, p. 152, pl. 5, fig. 1-4.

1981-*Quadracythere insulardeaensis* Hartmann, p. 108, pl. 6, fig. 1-2, sch. 21-25.

En vue latérale espèce de contour subtrapézoïdal. Le bord antérieur est rond, le postérieur plus sinueux. La surface des valves est réticulée, davantage à l'avant et le long du bord postéro-ventral. Deux courtes côtes médianes parallèles le caractérisent également. Cette espèce diffère de *Quadracythere fabianae* Bonaduce et al, 1978 par le bourrelet périphérique antérieur et l'extrémité postérieure de la côte dorsale. *Quadracythere auricolata* Bonaduce et al, 1980 et *Quadracythere insulardeaensis* Hartmann, 1981 montrent les mêmes caractères que *Quadracythere transoceanica* (Teeter, 1975) : une synonymie est donc proposée.

Distribution : aires pacifiques et indopacifiques, Caraïbes (Teeter, 1975) ; Mer Rouge (Bonaduce et al, 1980) ; Heron Island (Hartmann, 1981) ; Tahiti (Colin J.P., comm. pers.) ; Golfe de Mexico (Krutak, 1982)

Nouvelle-Calédonie : forage NC.35.PV. niveau 3-4 m et 6-8 m

Ecologie : dans le "biofaciès de la plate-forme carbonatée" de Belize (Teeter, 1975) ; en environnement corallien dans le golfe d'Eilat, Mer Rouge (Bonaduce et al, 1980) ; dans des algues récifales (Hartmann, 1981). Krutak (1982) précise ses tolérances écologiques dans le golfe de Mexico : profondeur de 0,5 à 2,0 m ; salinité de 25,4 à 30,9‰ ; température de 28,5 à 32,5°C

Jugosocythereis sp. a (Apostolescu, 1967) (Pl. 9, fig. 7)

1967-*Bradleya* sp. a Apostolescu, p. 122, pl. 2, fig. 43-45.

1971-*Jugosocythereis* sp. Sylvester-Bradley et Benson, p. 280, fig. 43.

De forme subquadratique en vue latérale, cette espèce se caractérise par son ornementation : l'extrémité antérieure et le bord ventral sont soulignés d'une forte côte ; dans la moitié antérieure, 2 fortes costules parallèles et obliques se rejoignant dans la partie postérieure. Une forte côte dorsale, arquée à son extrémité antérieure reliée au tubercule oculaire par une courte côte (les 2 éléments forment un angle droit). Une réticulation et une fovéolation complètent l'ornementation.

Nouvelle-Calédonie : baie de Saint-Vincent (Apostolescu, 1967) ; forage NC.35.PV. niveau 6-8 m

Ecologie : dans des fonds meubles détritiques coralliens entre 4 à 5 m de profondeur à Grand Ténia en Nouvelle-Calédonie (Apostolescu, 1967).

Genre : *Quadracythere* Hornibrook, 1952

Quadracythere sp. Hartmann, 1981 (Pl. 9, fig. 10)

1981-*Quadracythere* spec. Heron-Island 174 Hartmann; p. 109, pl. 6, fig. 3-4.

Cette espèce diffère de *Jugosocythereis transoceanica* (Teeter, 1975) par sa forme générale et son ornementation, notamment dans la disposition des côtes. Elle se caractérise aussi par une extrémité postéro-ventrale munie de 3 ou 4 épines robustes mais courtes, de forts tubercules postérieurs, une côte médio-antérieure inclinée et un coude anguleux.

Distribution : Heron-Island (Hartmann, 1981)

Nouvelle-Calédonie : forage NC.35.PV. niveau 3-4 m

Genre : *Caudites* Coryell, Fields, 1937

Caudites javana Kingma, 1948 (Pl. 9, fig. 11-12)

1948-*Caudites medialis* Coryell et Fields var. *javana* Kingma, p.85, pl.10, fig.10.

1953-*Caudites javana* Keij, p. 159, pl. 1, fig. 8 a-c, 9.

Le nombre et la distribution des côtes et des tubercules caractérisent l'espèce. Ainsi, la surface des valves est traversée par une grosse côte médiane qui est grossie en son centre par un large tubercule. Il en est de même pour la côte ventrale mais le tubercule plus petit est situé à l'angle postéro-ventral. Quelques courtes épines postéro-ventrales et une réticulation complètent l'ornementation. Les empreintes musculaires sont constituées de 2 rangées de 3 empreintes adductrices et 2 empreintes frontales : une triangulaire et une autre subrectangulaire placée plus en avant. Cette espèce diffère de *C. medialis* Coryell et Fields par sa forme en vue dorsale, sa réticulation et la présence du tubercule central (Keij, 1953).

Distribution : Bornéo, proximité de la Nouvelle-Guinée (Keij, 1953)

Nouvelle-Calédonie : forage NC.35.PV. niveau 3-4 m

Ecologie : de 372 à 1975 m de profondeur près de Manille (Keij, 1953). Hartmann, 1978 la retrouve sur des fonds durs à jeunes herbiers constitués de sables et vases d'accumulation.

Caudites litusorienticola Hartmann, 1981 (Pl. 11, fig. 9)

1981- *Caudites litusorienticola* Hartmann, p.111, pl.7, fig.10-13.

Carapace de forme allongée à terminaison caudale. La surface des valves entre les côtes robustes est lisse

Distribution : Australie (Hartmann, 1981)

Nouvelle-Calédonie : forage NC.35.PV., niveau 10-11 m et forage NC.14.OU.

Ecologie : espèce épiphyte (Hartmann, 1981)

Famille : Loxoconchidae Sars, 1866

Genre : *Loxoconcha* Sars, 1866

Loxoconcha dampierensis Hartmann, 1978 (Pl 10, fig. 1-2)

1967- *Loxoconcha* sp. a Apostolescu, p. 122, pl. 2, fig. 32-35.

1978-*Loxoconcha dampierensis* Hartmann, p. 106, pl. 10, fig. 8, sch. 281-287.

De forme allongée à bord antérieur arrondi, le postérieur plus étroit dans sa moitié dorsale ; l'ornementation fovéolée dans sa partie médiane et dorsale présente dans sa partie ventrale 4 rides s'étendant du milieu du bord ventral pour s'évaser vers les extrémités.

Distribution : Australie (Hartmann, 1978)

Nouvelle-Calédonie : baie de Saint-Vincent (Apostolescu, 1967) ; forage NC.35.PV. niveau 6-8 m et forage NC.14.OU.

Ecologie : trouvée sur des sables fins de haut-fonds cette espèce vivrait dans des eaux profondes (Hartmann, 1978).

Loxoconcha sp. cf. *L. fischeri minima* Teeter, 1975 (Pl 10, fig. 3-6)

1975-*Loxoconcha fischeri* (Brady) subsp. *minima* Teeter, p. 477, fig.18 i, 19 g-i.

Les exemplaires étudiés sont de petite taille et de forme subrectangulaire. Des tubercules saillants, notamment dans la moitié postérieure et une réticulation irrégulière et grossière les caractérisent. Cette forme diffère de *L. fischeri fischeri* (Brady, 1869) par l'absence de côtes longitudinales et de *L. fischeri minima* Teeter, 1975 (dont elle se rapproche le plus) par la présence de côtes irrégulières joignant les tubercules entre eux et par les bords antérieur et postérieur qui portent de courtes épines.

Distribution : Belize (Teeter, 1975)

Nouvelle-Calédonie : forage NC.35.PV. niveau 3-4 m et 6-8 m

Ecologie : dans le "biofaciès de l'aire carbonatée" de Belize (Teeter, 1975).

Loxoconcha huahineensis Hartmann, 1984 (Pl 11, fig. 8)

1984- *Loxoconcha huahineensis* Hartmann, p.129, pl.7, fig.8-13, sch.52-54.

Carapace réticulée de forme trapézoïdale ; de nombreux tubercules particulièrement bien développés la caractérisent.

Distribution : Huahiné, Rangiroa (Hartmann, 1984)

Nouvelle-Calédonie : forage NC.35.PV., niveau 10-11 m ; forage NC.14.OU.

Ecologie : dans des algues de jeunes *Turbanaria*. Elle peut supporter une forte agitation des eaux (Hartmann, 1984).

Genre : *Loxocorniculum* Benson et Coleman, 1963

Loxocorniculum georgei (Hartmann, 1978) (Pl 9, fig. 13)

1978-*Loxoconcha georgei* Hartmann, p. 105, pl. 9, fig. 13-16, sch. 259-268.

Valves très larges en vue latérale, avec le bord postérieur très court. Le bord ventral présente 2 particularités : une concavité marquée près du bord antérieur ; une extrémité postérieure située presque au niveau dorsal. Un tubercule proéminent est situé dans la région postéro-dorsale. L'ornementation est réticulée, les mailles étant disposées plus ou moins concentriquement et alignées suivant le tracé des bords ventral et dorsal.

Distribution : Australie (Hartmann, 1978)

Nouvelle-Calédonie : forage NC.35.PV. niveau 6-8 m

Ecologie : vivant sur de jeunes plantations fixées à des rochers et terrasses récifales. Egalement sur le substrat entre les algues (Hartmann, 1978).

Famille : Paracytherideidae Puri, 1957

Genre : *Paracytheridea* G.W. Müller

Paracytheridea aff. *remani* Hartmann, 1964 (Pl. 10, fig. 7-8)

1964-*Paracytheridea remanei* Hartmann, p. 65-68, pl. 23, fig. 114-120, pl. 24, fig. 121-124.

Les individus étudiés se rapprocheraient de *Paracytheridea remanei* Hartmann, 1964 par la présence de tubercules postéro-dorsaux bien marqués et une ornementation réticulée semblable. Ils montrent cependant des épines robustes sur le bord dorsal et des tubercules postéro-dorsaux mieux marqués. La forme postéro-dorsale des valves et le mode de réticulation en font une espèce différente de *P. aquabaensis* Bonaduce et al., 1976 et de *P. pseudoremani* Bonaduce et al., 1980.

Distribution : Mer Rouge (Hartmann, 1964) ; Australie (Hartmann, 1978)

Nouvelle-Calédonie : forage NC.35.PV, niveau 3-4 m

Ecologie : associée à des touffes d'algues (Hartmann, 1964).

Famille : Cytheruridae G.W. Müller, 1894

Genre : *Eucytherura* G.W. Müller, 1894

Eucytherura aff. *denticulata* Bonaduce et al., 1980 (Pl. 11, fig. 7)

1980- *Eucytherura denticulata* Bonaduce, Masoli, Minichelli et Pugliese, p.164, pl.7, fig.1-4.

Valves très grossièrement réticulées à carène ventrale bien développée ; denticulations antérieures bien représentées. Des épines dorsales nombreuses et une forme plus trapue la différencient cependant de *E. denticulata* Bonaduce et al., 1980.

Distribution : Mer Rouge, golfe d'Aqaba (Bonaduce et al., 1980)

Nouvelle-Calédonie : forage NC.14.OU.

Ecologie : à une profondeur de 40 m dans le golfe d'Eilat, Mer Rouge, en environnement corallien dans les fonds sableux (Bonaduce et al., 1980).

Famille : Xestoleberididae Sars, 1928

Genre : *Xestoleberis* Sars, 1866

Xestoleberis sp. (Pl. 10, fig. 14-16)

Nouvelle-Calédonie : forage NC.35.PV., niveaux 3-4 m et 6-8 m

Genre : *Uroleberis* Triebel, 1958

Uroleberis sp. (Pl. 10, fig. 17)

Espèce de petite dimension qui se caractérise par une forme ovale en vue latérale. Le bord dorsal est plus fortement bombé que le ventral. L'extrémité postéro-dorsale est caractérisée par une terminaison caudale typique du genre.

Nouvelle-Calédonie : forage NC.35.PV. niveau 6-8 m

Famille : Paradoxostomatidae Brady, Norman, 1889

Genre : *Paradoxotoma* Fischer, 1855

Paradoxostoma novae-caledoniae Brady, 1890 (Pl. 11, fig. 10)

1890- *Paradoxostoma Novae-Caledoniae* Brady, p.512, pl.4, fig.19.

Extrémités des valves arrondies ; l'antérieure est plus étroite que la postérieure.

Distribution : Nouméa, Nouvelle-Calédonie (Brady, 1890)

Nouvelle-Calédonie : Nouméa (Brady, 1890) et forage NC.14.OU.

Paradoxostoma phaephyccicola Hartmann, 1974 (Pl. 10, fig. 9)

1974-*Paradoxostoma phaephyccicola* Hartmann, p. 339, pl. 120, fig. 836-847.

Carapace présentant un bord antérieur anguleux beaucoup plus large que le postérieur. Le bord dorsal montre un angle au tiers avant de sa longueur. Le bord ventral est à peu près rectiligne. Quatre empreintes longitudinales alignées caractérisent l'aire musculaire. Cette espèce est moins allongée que *P. transiens* Bonaduce et al., 1974, avec un bord dorsal plus anguleux et ne présentant pas de concavité sur sa face ventrale.

Distribution : Lüderitz, Sud-Ouest Africain / Namibie (Hartmann, 1974)

Nouvelle-Calédonie : forage NC.35.PV. niveau 3-4 m

Ecologie : espèce signalée dans les ceintures d'algues brunes et des touffes d'algues (Hartmann, 1974).

Paradoxostoma sp.1 aff. *caudatum* Hartmann, 1974 (Pl. 10, fig. 10-12)

1974-*Paradoxostoma caudatum* Hartmann, p. 342, pl. 123, fig. 860-869.

Bord dorsal plus arqué que le ventral qui est plus sinueux. L'extrémité postérieure caractéristique est plus prononcée et mieux individualisée que chez *P. caudatum* Hartmann, 1974 dont elle se rapproche par ses 4 empreintes musculaires allongées et la légère concavité du bord ventral.

Distribution : Mozambique (Hartmann, 1974)

Nouvelle-Calédonie : forage NC.35.PV. niveau 3-4 m

Ecologie : individus vivant sur des rochers (Hartmann, 1974).

Paradoxostoma sp.2 aff. *subtile* Bonaduce et al., 1980 (Pl. 10, fig. 13)

1980-*Paradoxostoma subtile* Bonaduce, Masoli, Minichelli et Pugliese, p. 176, pl. 10, fig. 5-6, pl. 12, fig. 7.

Valves fusiformes en vue latérale avec l'extrémité postérieure très acuminée. L'aire musculaire centrale contient 4 empreintes parallèles. Cette forme diffère de *P. subtile* Bonaduce et al., 1980 par un bord antéro-dorsal plus rectiligne et une extrémité postérieure plus fine et plus allongée.

Distribution : Mer Rouge, golfe d'Aqaba (Bonaduce et al., 1980)

Nouvelle-Calédonie : forage NC.35.PV. niveau 3-4 m

Ecologie : en environnement corallien, golfe d'Eilat, Mer Rouge (Bonaduce et al., 1980).

Superfamille : Cypridacea Baird, 1845

Famille : Candinidae Kaufmann, 1900

Genre : *Paracypris* Sars, 1866

Paracypris sp. B Bonaduce et al., 1983 (Pl. 11, fig. 6)

1983-*Paracypris* sp. B Bonaduce, Ciliberto, Minichelli, Masoli et Pugliese, pl. 5, fig. 5-6.

Bord ventral concave au milieu de sa longueur. Le bord dorsal arqué montre une concavité nette du côté antéro-dorsal tout à fait similaire à la figuration de Bonaduce et al. (1982). L'extrémité antérieure est ronde, la postérieure se termine en biseau par flexuration du bord dorsal.

Distribution : Mer Rouge (Bonaduce et al., 1982)

Nouvelle-Calédonie : forage NV.35.PV. niveau 3-4 m et 6-8 m

Genre : *Phlyctenophora* Brady, 1880

Phlyctenophora viridis Brady, 1890 (Pl. 10, fig. 18)

1890-*Phlyctenophora viridis* Brady, p. 490, pl. 1, fig. 1-2.

Valves allongées de forme triangulaire. Le bord dorsal présente un angle notable à mi-longueur ; le bord ventral est droit avec toutefois une légère concavité médiane. L'extrémité antérieure est plus large que la postérieure. La surface des valves est pratiquement lisse si ce n'est l'existence de fines stries longitudinales. Des zones de coloration plus brunes apparaissent sur les valves : elles semblent caractériser cette espèce (cf. Brady, 1890).

Distribution : Fidji, Samoa, Nouvelle-Calédonie

Nouvelle-Calédonie : forage NC.35.PV. niveau 6-8 m

PLANCHES PHOTOGRAPHIQUES

PLANCHE 1

Photo 1 : Récif frangeant Ricaudy, Nouméa (côte sud-ouest) : vue générale du platier, prise du Ouen Toro, en direction du Sud / Sud-Ouest. On remarque le cordon littoral rocheux.

Photo 2 : Baie de Yaté (côte sud-est) : platiers des récifs frangeant actuels bordant une terrasse récifale ancienne. On note au premier plan la présence des latérites (dues à l'altération des péridotites en climat tropical) sur lesquelles reposent les formations carbonatées anciennes. On note la présence au large d'une ligne blanche, matérialisant l'emplacement du récif barrière submergé.

Photo 3 : Crique de Tara, au sud de Yaté (côte sud-est) : encoche d'érosion marine à la base de la terrasse récifale qui culmine entre 6,0 et 8,0 m de hauteur sur ce site.

Photo 4 : Crique de Tara, au sud de Yaté (côte sud-est) : détail de l'encoche d'érosion précédente, observé dans une vasque (d'origine karstique) de la terrasse récifale. On observe à la base une encoche mineure correspondant à l'encoche actuelle, puis vers +1,0 à +1,5 m, une encoche majeure marquant un ancien niveau marin.

Photo 5 : Crique de Tara, au sud de Yaté (côte sud-est) : éboulement de la portion de terrasse récifale située au-dessus de l'encoche. Cet effondrement est consécutif au passage de la dépression tropicale forte de Décembre 1986.

Photo 6 : Site de Gouaé, au sud de Yaté et de Tara (côte sud-est) : île de Noutié, témoin de l'ancienne terrasse récifale érodée. Le platier actuel s'étend autour de cette île. Au premier plan, on remarque que les produits latéritiques amenés par une proche rivière et les écoulements pluvieux envahissent peu à peu le platier.

PLANCHE 1



1



2



5



3



4



6

PLANCHE 2

Photo 1 : Nord de Yaté, environs de Ounia (côte sud-est) : constructions coralliennes massives de Faviidés dans une mangrove, à environ +0,5 m au-dessus des Basses Mers de Vives Eaux.

Photo 2 : Ilot Vert, environs de Bourail (côte ouest) : surface d'abrasion formée par érosion marine d'un platier émergé, témoin d'un ancien niveau marin. On remarque une encoche à la base du platier émergé (dont le sommet se situe entre +1,8 à +2,0 m des Basses Mers de Vives Eaux) ainsi que la formation de pinacles.

Photo 3 : Ilot Vert, environs de Bourail (côte ouest) : détail de l'encoche d'érosion à la base du platier émergé. Outre l'érosion hydrodynamique, l'activité organique peut contribuer activement à la destruction des carbonates : de très nombreux chitons sont présents dans l'encoche.

Photo 4 : Ilot Vert, environs de Bourail (côte ouest) : détail du platier émergé vers +1,8 à +2,0 m. Il est constitué de très nombreux buissons de coraux branchus avec des colonies coralliennes massives éparses.

Photo 5 : Ilot Maître dans le lagon sud-ouest : dalles massives de "beach-rocks" marquant la trace d'un ancien niveau marin.

Photo 6 : Ilot Vert, environs de Bourail (côte ouest) : dalles massives de "beach-rocks" marquant la trace d'un ancien niveau marin, situées entre 2,0 et 2,5 m au-dessus des Basses Mers de Vives Eaux. On observe l'existence de stratifications pentées vers la mer

PLANCHE 2



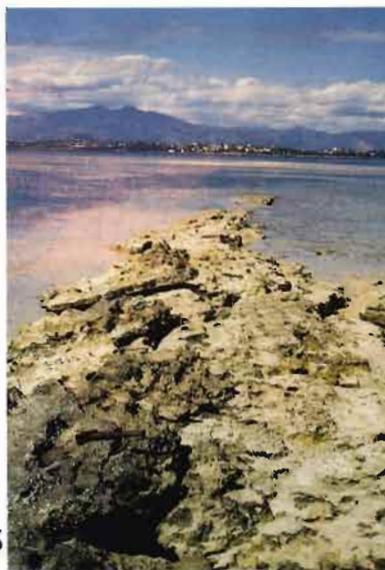
1



4



2



5



3



6

PLANCHE 3

Photo 1 : Forage NC.31.PM (Poum, côte nord) : échantillon 6 (entre -1,50 et -2,50 m) : bioconstruction d'âge Holocène constituée par une colonie corallienne massive de Faviidés. Echelle : étiquette = 1,3 x 0,9 cm.

Photo 2 : Forage NC.34.PV (Ricaudy, côte sud-ouest) : échantillon 55 (entre -10,0 et -11,0 m) : biocalcarénite constituée de fragments grossiers de branches coralliennes et de mollusques. On peut noter l'aspect crayeux des débris coralliens, ainsi que la teinte du calcaire récifal. Echelle : étiquette = 1,3 x 0,9 cm.

Photo 3 : Forage NC.37.PV (Ricaudy, côte sud-ouest) : échantillon 63 (entre -12,0 et -13,0 m) : biocalcarénite constituée de très nombreux fragments grossiers de branches coralliennes. A la différence de l'échantillon précédent, on peut noter la dissolution des débris coralliens. La teinte est ocre. Echelle : étiquette = 1,3 x 0,9 cm.

Photo 4 : Forage NC.11.HR (Le Caillou, côte sud-est) : échantillon 50 (entre -4,50 et -5,50 m) : débris corallien massif entièrement remplacé par de la calcite d'eaux douces dans une biocalcarénite pléistocène constituée d'algues rouges Corallinacées, grands foraminifères et mollusques. Ce faciès est attribué à des accumulations d'herbiers entre des constructions coralliennes. Echelle : barre = 1,8 cm.

Photo 5 : Forage NC.11.HR (Le Caillou, côte sud-est) : échantillon 69 (entre -6,50 et -7,50 m) : biocalcarénite à biocalcirudite constituée de débris coralliens, d'algues rouges Corallinacées, grands foraminifères et mollusques. Présence de débris coralliens massifs à branchus (entièrement remplacés par de la calcite d'eaux douces) provenant de la destruction de constructions. A remarquer dans les cavités quelques cimentations frangeantes de calcite. Ce faciès est attribué à des dépôts récifaux d'accumulation d'âge Pléistocène, ayant été émergés. Echelle : barre = 1,8 cm.

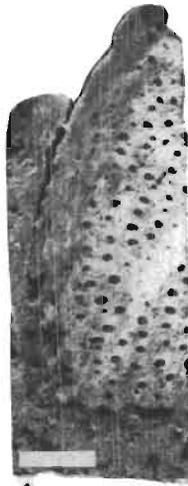
Photo 6 : Forage NC.11.HR (Le Caillou, côte sud-est) : détail d'une cavité de dissolution dans les biocalcarénites d'âge Pléistocène : cimentation de calcite d'eaux douces en "dents de chien". Echelle : barre = 1,4 cm.

Photo 7 : Forage NC.10.HR (Le Caillou, côte sud-est) : échantillon 8 (entre -0,50 et -1,50 m) : biocalcarénite constituée d'algues rouges Corallinacées, algues vertes *Halimeda*, grands foraminifères, échinodermes, mollusques et rares débris coralliens. On peut noter dans les cavités dues à la dissolution, des cimentations frangeantes de calcite d'eaux douces. Ce faciès est attribué à des dépôts récifaux d'âge Pléistocène, ayant été émergés. Echelle : barre = 1,8 cm.

Photo 8 : Forage NC.10.HR (Le Caillou, côte sud-est) : échantillon 58 (entre -8,50 et -9,50 m) : biocalcarénite constituée d'algues rouges Corallinacées, algues vertes *Halimeda*, grands foraminifères, échinodermes, mollusques et rares débris coralliens. On peut noter les liserés oxydés frangeant les cavités dues à la dissolution et des remplissages occluant partiellement ces derniers. Ce faciès est attribué à des dépôts récifaux internes d'âge Pléistocène, ayant été émergés. Echelle : barre = 1,8 cm.

Photo 9 : Forage NC.10.HR (Le Caillou, côte sud-est) : échantillon 69 (entre -11,50 et -12,50 m) : grainstone à algues rouges Corallinacées, grands foraminifères, mollusques et échinodermes. Ce faciès est attribué à des dépôts de plage (la cimentation suggère même un ancien "beach-rock" ?) d'âge Pléistocène. Echelle : barre = 2,0 cm.

PLANCHE 3

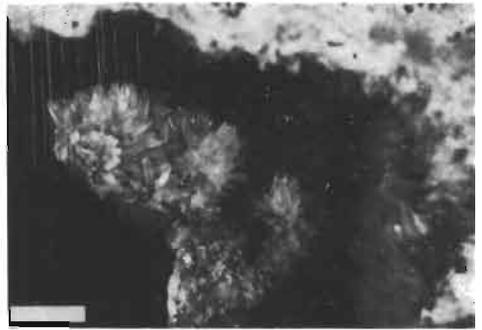


1

2

4

5



3

6

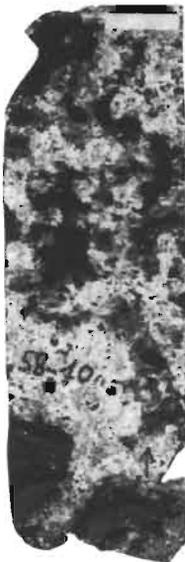


PLANCHE 4

Photo 1 : Forage NC.11.HR, lame 4, entre 0 et -0,50 m : organisme constructeur primaire constituant la trame récifale : ici, un scléractiniaire massif composé de fibres aragonitiques. On remarque la cimentation frangeante de calcite magnésienne fibreuse dans une loge corallienne. Les fibres calcitiques sont plus ou moins perpendiculaires à leur substrat. La porosité résiduelle reste élevée. Echelle : barre = 200 μm .

Photo 2 : Forage NC.8.TA, lame 30, entre -3,20 et -3,50 m : organismes constructeurs constituant la trame récifale : algues rouges Corallinacées encroûtantes (a), alternant avec des foraminifères encroûtants Acervulinidés (f). On note la porosité entre les lamines et l'alternance algues rouges et foraminifères. Echelle : barre = 840 μm .

Photo 3 : Forage NC.11.HR, lame 7, entre -0,50 et -1,30 m : encroûtement massif d'algues rouges Corallinacées donnant un bindstone. On observe : 1/ la présence d'une cimentation frangeante de ciments marins aragonitiques au contact des lamines algaires, réduisant la porosité primaire ; 2/ la création d'une porosité secondaire par bioérosion (présence de cupules d'enlèvement caractéristiques de l'action des clones (flèches)). Echelle : barre = 200 μm .

Photo 4 : Forage NC.1.PV, lame 26, entre -10,50 et -11,50 m : association scléractiniaire massif (c) et algues rouges encroûtantes Corallinacées (a), constituant la trame récifale. On note également sur cette lame, les transformations affectant les organismes sous l'action des eaux douces vadoses : remplacement du test corallien aragonitique fibreux par de la calcite ; dissolution du tissu algair et création d'une porosité secondaire. Echelle : barre = 420 μm .

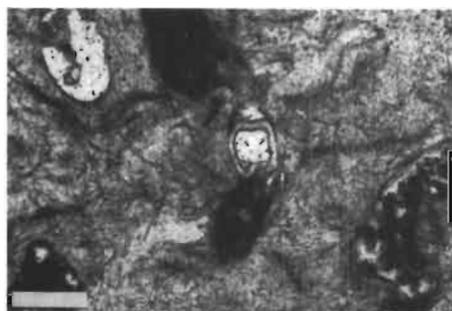
Photos 5 et 6 : Forage NC.35.PV, lame 8, entre -4,0 et -5,0 m : grainstone débris d'algues vertes *Halimeda* (h), algues rouges Corallinacées branchues (a), scléractiniaires, gastéropodes et foraminifères benthiques. Cette accumulation qui résulte du démantèlement d'herbiers est alimentée par des débris provenant de constructions coralliennes. On note l'absence de ciments marins, ainsi que la fragmentation très importante des organismes. Echelle : barre = 420 μm .

Photo 7 : Forage NC.10.HR, lame 69 , entre -11,50 et -12,50 m : grainstone / packstone à algues rouges Corallinacées branchues, grands foraminifères benthiques (sur la photo, *Baculogypsina sphaerulata*), mollusques et échinodermes. Cette accumulation résulte du démantèlement d'herbiers. Echelle : barre = 420 μm .

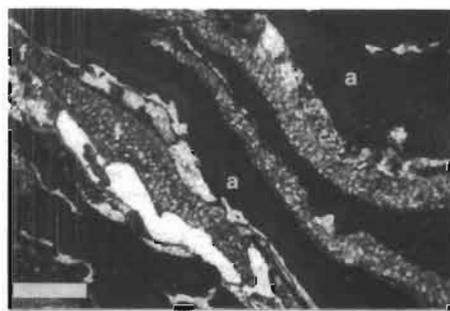
Photo 8 : Forage NC.5.TA, lame 3-e , entre -1,0 et -1,50 m : packstone à algues vertes *Halimeda* , algues rouges Corallinacées (a), mollusques (les spicules d'alcyonaires, échinodermes et grands foraminifères benthiques sont rares). Cette accumulation résulte du démantèlement d'herbiers. On note l'orientation préférentielle des bioclastes. Des cavités sont emplies postérieurement par un sédiment géotrope de micrite péloïdale (mp). Echelle : barre = 840 μm .

Photo 9 : forage NC.6.TA, lame 64, entre -8,50 et -9,50 m : packstone à algues vertes *Halimeda* (h), algues rouges Corallinacées branchues (a), mollusques et spicules d'alcyonaires. Cette association très voisine de celle de la photo précédente (elle en diffère par l'abondance de certains bioclastes, une fragmentation plus importante et un dépôt des bioclastes non orienté), caractérise également une accumulation résultant du démantèlement d'herbiers. Echelle : barre = 840 μm .

PLANCHE 4



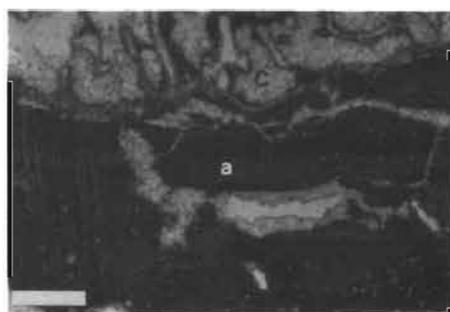
1



2



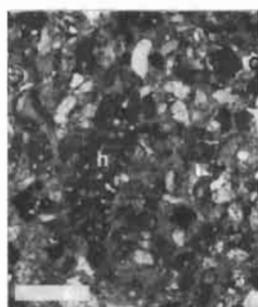
3



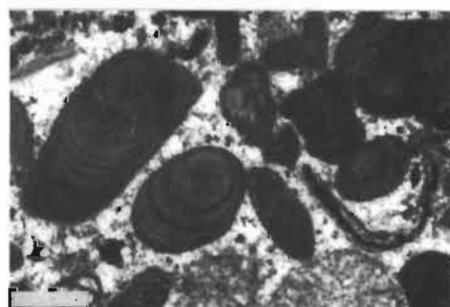
4



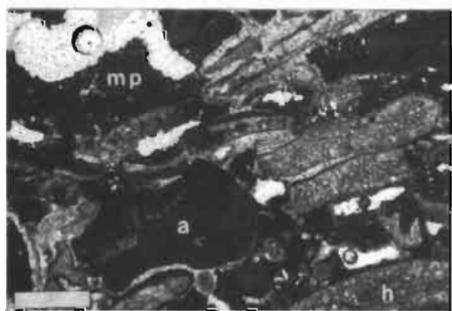
5



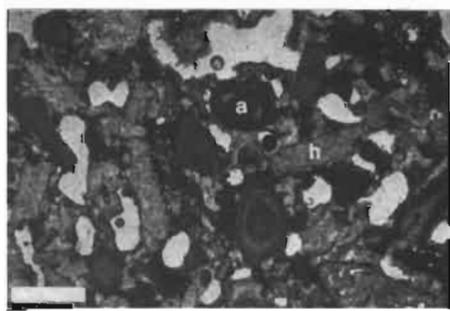
6



7



8



9

PLANCHE 5

Photo 1 : Forage NC.10.HR, lame 45, entre -6,50 et -7,50 m : packstone à grainstone à algues rouges Corallinacées (a), algues vertes *Halimeda* (h), échinodermes, mollusques et débris coralliens. On peut noter sur cette photo le remplacement par de la calcite de l'article d'*Halimeda*. A remarquer également la frange micritique entourant ce bioclaste (flèches). Echelle: barre = 420 μm .

Photo 2 : Forage NC.34.PV, lame 65-h, entre -11,0 et -12,0 m : packstone à algues rouges Corallinacées, échinodermes et débris coralliens. Présence d'*Halimeda* très fragmentées. On note l'encroûtement de certains bioclastes par des algues rouges Corallinacées (ea) et la porosité importante entre les bioclastes. Echelle : barre = 420 μm .

Photos 3 et 4 : Forage NC.34.PV, lame 99-v, entre -13,0 et -14,0 m : wackestone à algues rouges Corallinacées, grands foraminifères, échinodermes et rares débris coralliens. Cette association caractérise un démantèlement d'herbiers. On peut noter la création d'une porosité secondaire par dissolution de certains bioclastes (d). Echelle : barre = 420 μm .

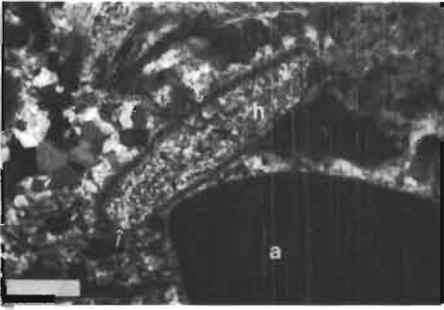
Photo 5 : Forage NC.12.HR, lame 40, entre -5,50 et -6,50 m : packstone à débris d'algues rouges Corallinacées branchues, grands foraminifères benthiques, mollusques, échinodermes et rares algues vertes *Halimeda*. Cette association caractérise un démantèlement d'herbiers dont les débris s'accumulent en milieu d'énergie modérée comme en témoigne le dépôt orienté des bioclastes. Echelle : barre = 840 μm .

Photo 6 : Forage NC.8.TA, lame 12 , entre -1,0 et -1,50 m : wackestone à algues rouges Corallinacées, algues vertes *Halimeda*, grands foraminifères benthiques (sur la photo, *Amphistegina* sp. (a) et *Marginopora vertebralis* (m)), mollusques et spicules d'alcyonaires. Cette accumulation résulte du démantèlement d'herbiers. Echelle : barre = 840 μm .

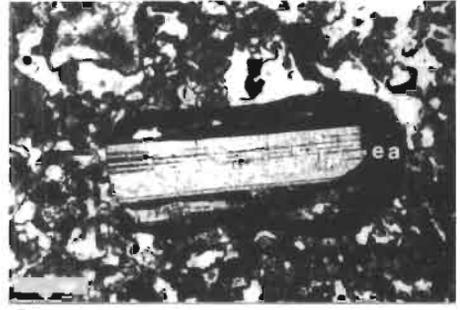
Photo 7 : Forage NC.10.HR, lame 62, entre -9,50 et -10,50 m : grainstone à algues vertes *Halimeda* , grands foraminifères benthiques (arénacés, *Amphistegina* sp, *Baculogypsina sphaerulata* (b), et *Aveolinella quoyi* (al), algues rouges Corallinacées, mollusques (les spicules d'alcyonaires et échinodermes sont rares). On note la cimentation calcitique entre les bioclastes, occluant totalement les vides. Echelle : barre = 840 μm .

Photo 8 : Forage NC.10.HR, lame 1 (lame non orientée), entre 0 et -0,50 m : wackestone à grands foraminifères benthiques (*Baculogypsina sphaerulata* (b)), algues rouges Corallinacées branchues (a), algues vertes *Halimeda* très fragmentées et mollusques. Cette association caractérise une accumulation (résultant du démantèlement d'herbiers) entre des constructions coralliennes. Echelle : barre = 840 μm .

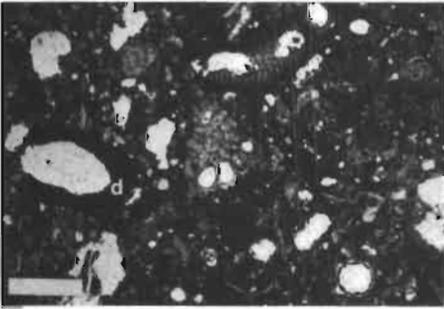
PLANCHE 5



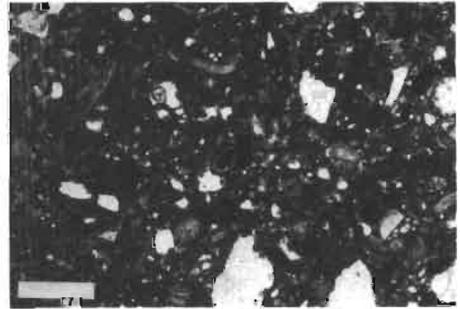
1



2



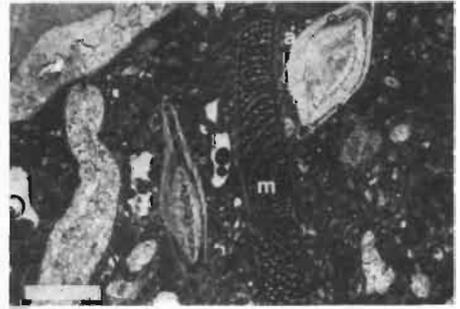
3



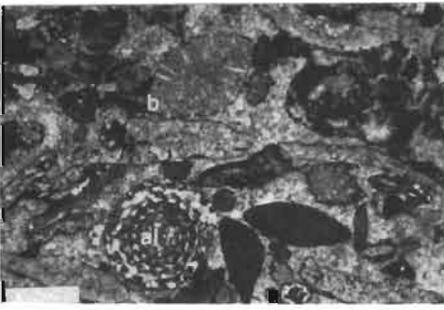
4



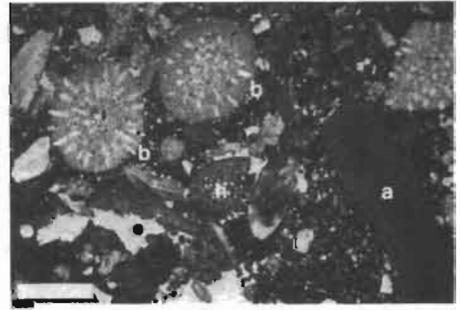
5



6



7



8

PLANCHE 6

Photo 1 : Forage NC.34.PV, lame 99-h, entre -13,0 et -14,0 m : wackestone à algues rouges Corallinacées, grands foraminifères benthiques (*Calcarina* sp), échinodermes et rares débris coralliens. Cette accumulation qui résulte du démantèlement d'herbiers est alimentée également par des constructions coralliennes éparses sur le platier. La porosité élevée résulte d'une part des vides interbioclastiques et d'autre part de la dissolution de certains bioclastes ou de la matrice. Echelle : barre = 420 µm.

Photo 2 : Forage NC.10.HR, lame 74, entre -14,50 et -15,50 m : packstone / grainstone à grands foraminifères benthiques, algues rouges Corallinacées, algues vertes *Halimeda*, mollusques et échinodermes. Cette accumulation résulte du démantèlement d'herbiers. On note la réduction de la porosité par la cimentation sparitique calcitique. Echelle : barre = 840 µm.

Photo 3 : Forage NC.11.HR, lame 15, entre -1,50 et -2,10 m : accumulation résultant du démantèlement de constructions coralliennes et d'herbiers. Echelle : barre = 840 µm.

Photo 4 : Forage NC.1.PV, lame 51, entre -15,50 et -16,50 m : wackestone à Corallinacées, foraminifères benthiques (ici des Cymbaloporidés (c)), mollusques et échinodermes. Cette accumulation résulte du démantèlement d'herbiers. Echelle : barre = 420 µm.

Photo 5 : Forage NC.34.PV, lame 31-v, entre -9,0 et -10,0 m : packstone / wackestone à algues rouges Corallinacées, algues vertes *Halimeda*, foraminifères benthiques, mollusques et échinodermes avec de nombreux piquants d'oursin intacts (ici de type *Echinus*) au milieu de bioclastes très fragmentés. Echelle : barre = 420 µm.

Photo 6 : Forage NC.35.PV, lame 5-h, entre -3,0 et -4,0 m : grainstone à spicules d'alcyonaires (sp). On note les ciments aragonitiques liant les spicules entre eux (c). Echelle : barre = 420 µm.

Photo 7 : Forage NC.34.PV, lame 65-h, entre -11,0 et -12,0 m ; **Photo 8** : forage NC.34.PV, lame 60-v, entre -11,0 et -12,0 m : packstone à débris coralliens, algues rouges Corallinacées branchues, algues vertes *Halimeda* (rares), mollusques, échinodermes et foraminifères benthiques. Cette association caractérise également une accumulation résultant du démantèlement d'herbiers entre ou à proximité des constructions coralliennes dont les débris viennent alimenter les sédiments. Echelle (**Photo 7**) : barre = 420 µm ; Echelle (**Photo 8**) : barre = 420 µm.

PLANCHE 6



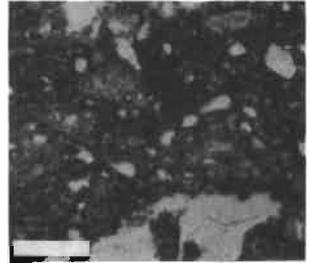
1



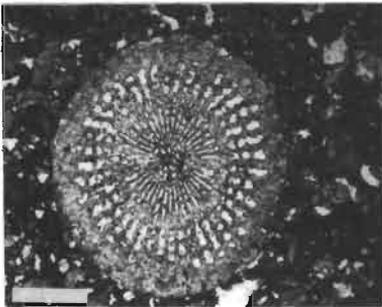
2



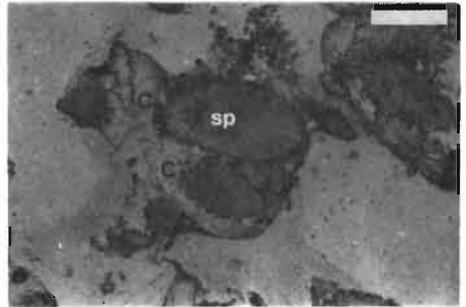
3



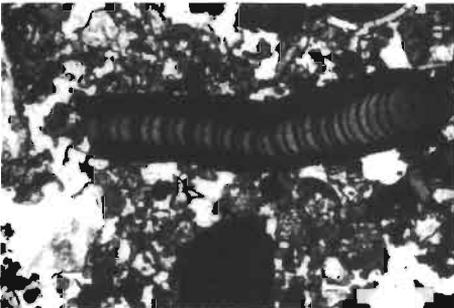
4



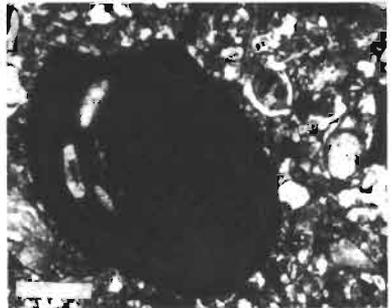
5



6



7



8

PLANCHE 7

Photo 1 : Forage NC.34.PV, lame 42-v, entre -9,0 et -10,0 m : cimentation épitaxiale d'aragonite dans une loge corallienne de Faviidés. Les baguettes d'aragonite plus ou moins perpendiculaires à leur substrat sont en continuité optique avec l'aragonite biogène ; ce ciment paraît clairsemé, la porosité résiduelle reste très élevée. Echelle : barre = 200 μm .

Photo 2 : Forage NC.14.OU, lame vers -2,0 m : cimentation aragonitique épitaxiale autour des loges coralliennes de Faviidés. Une frange isopaque de très nombreuses baguettes d'aragonite frange les loges coralliennes. Bien que plus abondant que le précédent, ce ciment n'occlut pas entièrement la cavité intrasquelettique et la porosité reste très élevée. Echelle: barre = 420 μm .

Photo 3 : Forage NC.1.PV, lame 66, entre -17,0 et -17,50 m : dissolution partielle à totale d'un test corallien de Poritidés. On observera la conservation des franges de ciments marins aragonitiques en aiguilles, précédant une phase de cimentation d'eaux douces qui comble totalement la cavité. Echelle : barre = 420 μm .

Photo 4 : Forage NC.2.TA, lame 46, entre -5,50 et -6,50 m : cimentation épitaxiale aragonitique (c) dans une cavité intrasquelettique de gastéropode : le ciment frangeant isopaque aragonitique aciculaire, en continuité optique avec l'aragonite biogène, occlut presque entièrement le vide d'origine primaire. Echelle : barre = 380 μm .

Photo 5 : Forage NC.2.TA, lame 46, entre -5,50 et -6,50 m : cimentation aragonitique sphérolitique au contact du tissu d'algue rouge Corallinacée (a). Cette cimentation peut être intra- ou inter-squelettique. Echelle : barre = 420 μm .

Photo 6 : Forage NC.34.PV, lame 15-h, entre -4,0 et -5,0 m : développement d'aiguilles aragonitiques (c) en sphérolites à partir d'un germe micritique (g) dans une cavité. Echelle : barre = 200 μm .

Photo 7 : Forage NC.24.HG, échantillon 36 , entre -4,50 et -5,50 m : cliché MEB : détail des aiguilles aragonitiques (c) au contact d'un spicule d'alcyonaire (sp). Echelle : barre = 25 μm .

Photo 8 : Forage NC.24.HG, échantillon 36 , entre -4,50 et -5,50 m : cliché MEB : détail des sphérolites aragonitiques au contact d'un spicule d'alcyonaire (sp). Echelle : barre = 25 μm .

Photo 9 : Forage NC.8.TA, lame 24, entre -2,50 et -3,50 m : fantômes de ciments d'aiguilles aragonitiques en baguettes (ai) dans une cavité intracorallienne (l) emplie de calcite d'eaux douces. Echelle : barre = 200 μm .

Photo 10 : Forage NC.35.PV, lame 15-h, vers -4 m : cimentation interparticulaire entre des spicules d'alcyonaire (sp) : cimentation sphérolitique aragonitique (c). Echelle : barre = 420 μm .

Photo 11 : Forage NC.35.PV, lame 15-h, vers -4 m : nucléations de sphérolites aragonitiques (c) au contact d'un spicule d'alcyonaire (sp) avec l'interpénétration des aiguilles des divers sphérolites. Echelle : barre = 200 μm .

PLANCHE 7



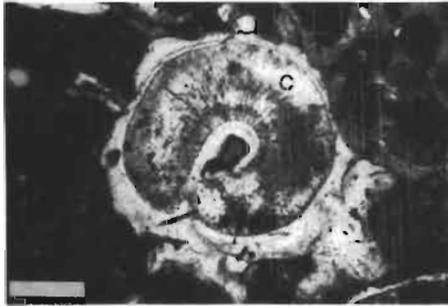
1



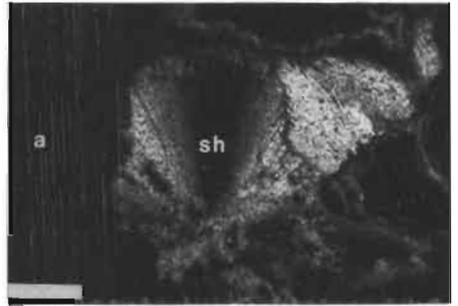
2



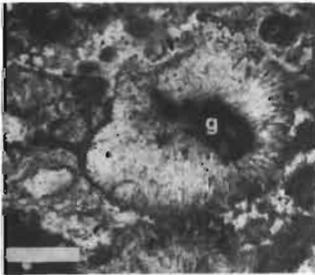
3



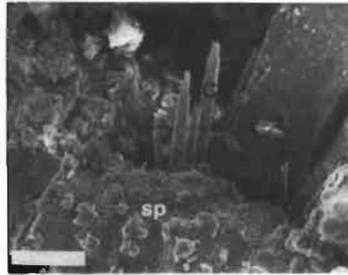
4



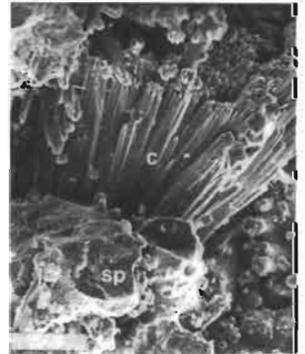
5



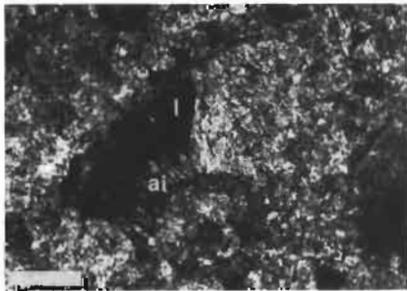
6



7



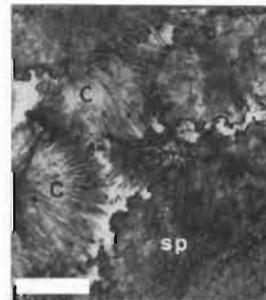
8



9



10



11

PLANCHE 8

Photo 1 : Forage NC.5.TA, lame 1-b, entre 0 et -0,50 m : cimentation de calcite magnésienne (mp) en disposition géotrope dans une cavité d'origine secondaire. On remarque la nature péloïdale de ce ciment ; chaque péloïde est entouré d'une frange de ciment plus clair, fibreux et non magnésien. Echelle : barre = 420 μm .

Photos 2 et 4 : Forage NC.2.TA, lame 46, entre -5,50 et -6,50 m : ciment de calcite magnésienne emplissant une cavité intrasquelettique (ici, une cavité de gastéropode Vermétidé) ; cimentation géotrope se caractérisant par la nature péloïdale (mp) à la base de la cavité, devenant fibreuse et frangeante (f) au sommet. On notera la présence de gros péloïdes (p) sombres, entourés d'un ciment fibreux plus clair qui constitue avec une répartition particulière un dernier stade dans la cimentation. La porosité résiduelle reste très élevée. Echelle : barre = 380 μm .

Photo 3 : Forage NC.5.TA, lame 4, entre -1,50 et -2,50 m : la chronologie des événements est la suivante : 1/ dépôt d'un sédiment interne (si) constitué de très nombreux bioclastes très fragmentés; 2/ puis dans une cavité d'origine secondaire, cimentation micritique péloïdale (mp) de calcite magnésienne répartie de façon géotrope avec les péloïdes concentrés à la base (tassement ?) et plus diffus et plus petits vers le sommet. Echelle : barre = 420 μm .

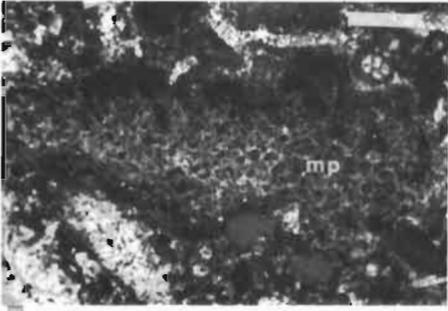
Photo 5 : Forage NC.5.TA, lame 31, entre -4,50 et -5,50 m : cavité d'origine secondaire due à l'action des clones (noter les cupules d'enlèvement) et emplie de "sédiments internes" *sensu* Aissaoui (1986) dans un substrat de calcite magnésienne. Plusieurs cimentations micritiques péloïdales de calcite fortement magnésienne se succèdent (mp). Echelle : barre = 760 μm .

Photo 6 : Forage NC.6.TA, échantillon 81, entre -11,50 et -12,50 m : cliché MEB : détail des péloïdes de calcite magnésienne. Echelle : barre = 5 μm .

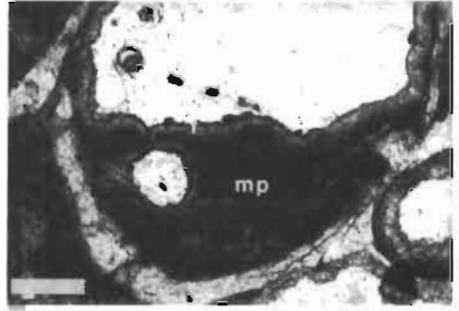
Photo 7 : Forage NC.6.TA, échantillon 52, entre -6,50 et -7,50 m : cliché MEB : amas de péloïdes de calcite magnésienne. Echelle : barre = 10 μm .

Photo 8 : Forage NC.11.HR, échantillon 4, entre 0 et -0,50 m : cliché MEB : cimentation de calcite magnésienne dans une loge corallienne. Les cristaux fusiformes peuvent être isolés ou groupés. Un péloïde constitué d'un agrégat de cristaux dentés euhédraux est également présent. Echelle : barre = 8 μm .

PLANCHE 8



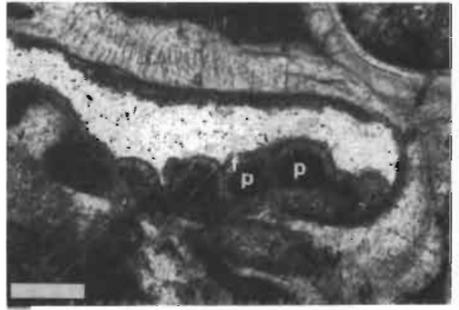
1



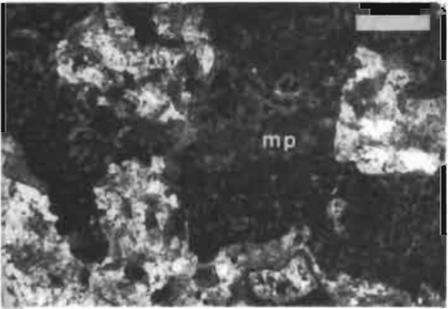
2



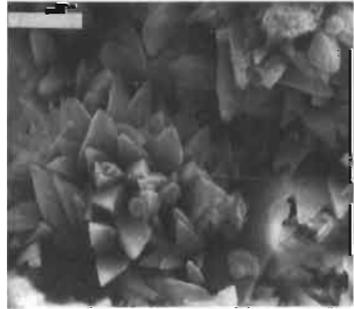
3



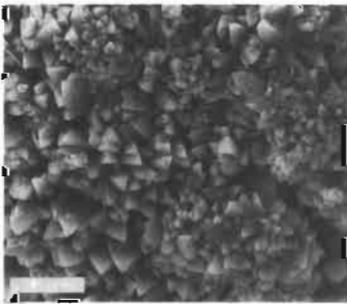
4



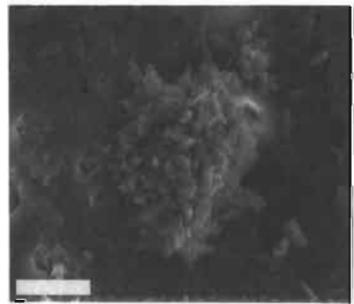
5



6



7



8

PLANCHE 9

Photo 1 : Forage NC.5.TA, lame 3-e, entre -1,0 et -1,50 m : ciment de calcite magnésienne : amas de péloïdes (p) entourés d'une frange claire et fibreuse. Echelle : barre = 200 μm .

Photo 2 : Forage NC.5.TA, lame 3-e, entre -1,0 et -1,50 m : ciment de calcite magnésienne : détail des péloïdes (p) entourés de leur frange claire fibreuse. Echelle : barre = 100 μm .

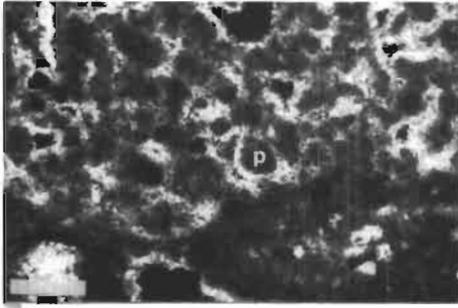
Photo 3 : Forage NC.5.TA, lame 1-b, entre 0 et -0,50 m : détail des péloïdes d'un remplissage de ciment micritique de calcite magnésienne dans une cavité d'origine secondaire. Echelle : barre = 5 μm .

Photos 4 et 5 : Forage NC.5.TA, lame 31, entre -4,50 et -5,50 m : ciment de calcite magnésienne, parfois laminé, contenant de très nombreux pellets. Echelle (**Photo 4**) : barre = 200 μm ; Echelle (**Photo 5**) : barre = 850 μm .

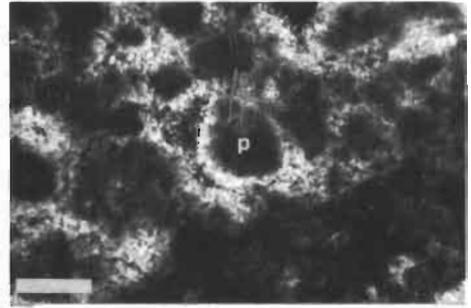
Photos 6 et 7 : Forage NC.6.TA, lame 14, entre -2,0 et -2,50 m : grainstone à algues rouges Corallinacées, mollusques, échinodermes, algues vertes *Halimeda*, débris coralliens et spicules d'alcyonaires : chaque bioclaste est frangé d'un ciment de calcite magnésienne. Echelle (**Photo 6**) : barre = 420 μm ; Echelle (**Photo 7**) : barre = 180 μm .

Photo 8 : Forage NC.6.TA, échantillon 14, entre -2,0 et -2,50 m : cliché MEB : détail du ciment isopaque de calcite magnésienne en lames : on remarque l'allongement des cristaux mais surtout leur forme caractéristique en lame d'épée. Echelle : barre = 10 μm .

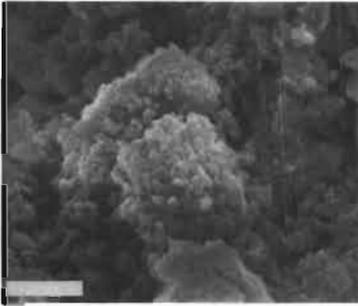
PLANCHE 9



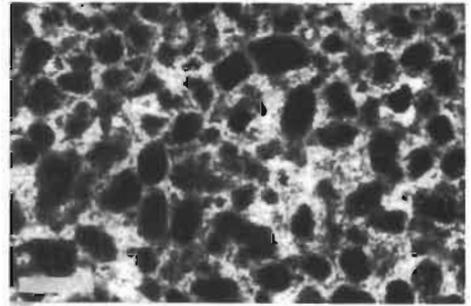
1



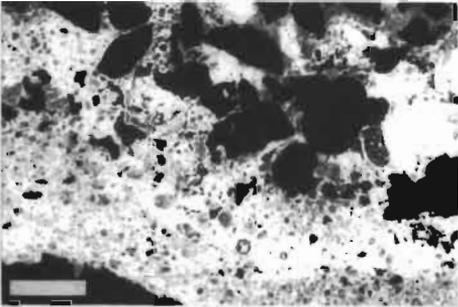
2



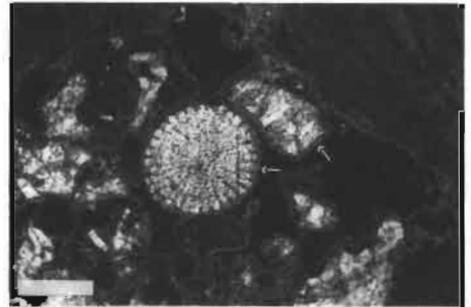
3



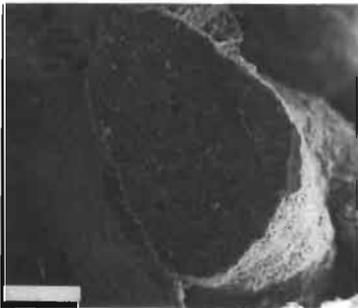
4



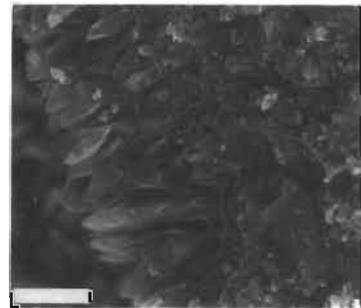
5



6



7



8

PLANCHE 10

Photo 1 : Forage NC.11.HR, lame 36, entre -2,50 et -3,50 m : ciment de calcite d'eaux douces en mosaïque granulaire. Echelle : barre = 150 μm .

Photo 2 : Forage NC.11.HR, lame 37, entre -3,50 et -4,50 m : ciment tardif de calcite d'eaux douces en "dents de chien". Echelle : barre = 640 μm .

Photo 3 : Forage NC.13.HR, lame 45, entre -4,50 et -5,50 m : ciment de calcite faiblement magnésienne en mosaïque drusique, remplissant des fissures et des cavités de dissolution. La taille des cristaux s'accroît des parois des cavités vers leur centre. Echelle : barre = 640 μm .

Photo 4 : Forage NC.1.PV, lame 26, vers -10,50 m : débris corallien encroûté par des algues rouges Corallinacées et dont le test est remplacé par de la calcite. On note le ciment de calcite d'eaux douces en mosaïque. Echelle : barre = 200 μm .

Photo 5 : Forage NC.11.HR, lame 26, entre -2,50 et -3,50 m : ciment calcitique en mosaïque drusique emplissant partiellement une cavité ; présence de fibres parallèles à l'accroissement des cristaux dans leur partie sommitale. Echelle : barre = 380 μm .

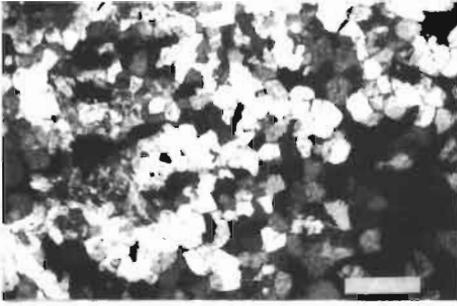
Photo 6 : Forage NC.11.HR, lame 69, entre -6,50 et -7,50 m : ciment calcitique d'eaux douces dont les cristaux aciculaires montrent de très nombreuses fibres parallèles à l'axe d'accroissement cristallin. Echelle : barre = 420 μm .

Photo 7 : Forage NC.11.HR, échantillon 26, entre -2,50 et -3,50 m : cliché MEB : cristaux fusiformes de calcite faiblement magnésienne ; très nombreuses cavités allongées dans le sens d'accroissement cristallin. Echelle : barre = 130 μm .

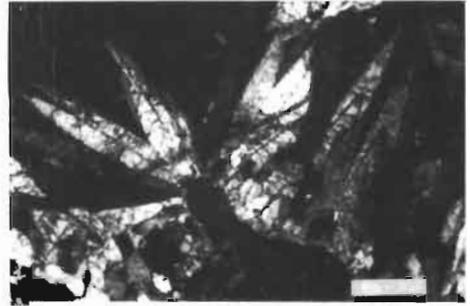
Photo 8 : Forage NC.8.TA, échantillon 7, entre -0,50 et -1,0 m : cliché MEB : cristaux fusiformes de calcite faiblement magnésienne recouverts de granules ferrifères ou manganésifères. Echelle : barre = 180 μm .

Photo 9 : Forage NC.8.TA, échantillon 7, entre -0,50 et -1,0 m : cliché MEB : détail des granules ferrifères et manganésifères. Echelle : barre = 13 μm .

PLANCHE 10



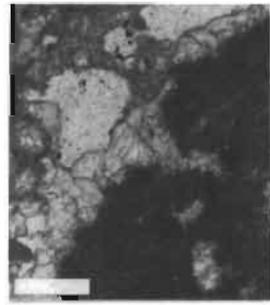
1



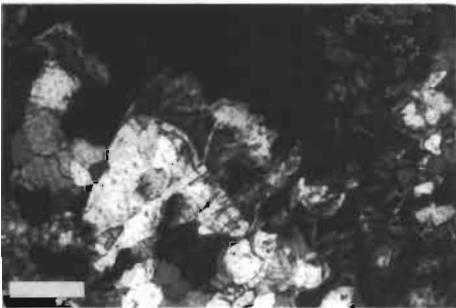
2



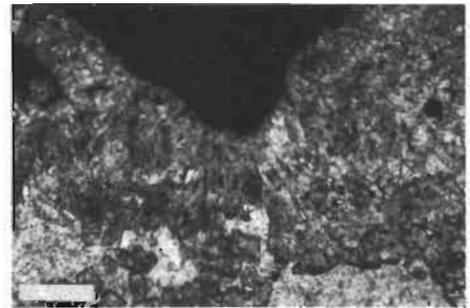
3



4



5



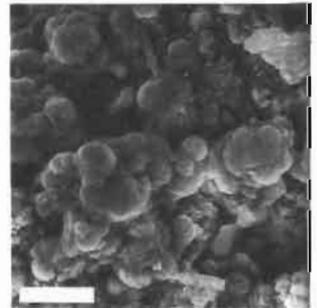
6



7



8



9

PLANCHE 11

Photo 1 : Forage NC.5.TA, lame 1-b, entre 0 et -0,50 m : cimentation calcitique d'eaux douces (c) se développant préférentiellement sous le bioclaste (ici un article d'*Halimeda*). Echelle : barre = 500 μm .

Photo 2 : Forage NC.8.TA, lame 7; entre -0,50 et -1,0 m : cimentation calcitique d'eaux douces (c) se développant préférentiellement sous le Soritidé (s). Echelle : barre = 500 μm .

Photo 3 : Forage NC.11.HR, lame 33, entre -2,50 et -3,50 m : accroissement maximal (am) des cristaux de calcite sous le foraminifère (f). Echelle : barre = 420 μm .

Photo 4 : Forage NC.5.TA, lame 3-e, entre -1,0 et -1,50 m : on observe entre les algues rouges (a) une succession de liants : 1/ la matrice micritique initiale datant du dépôt (mi) ; 2/ une cimentation frangeante de calcite datant de l'émersion (c) ; 3/ une cimentation tardive marine micritique de texture péloïdale de calcite magnésienne signant une réimmersion (mp). Echelle : barre = 140 μm .

Photo 5 : Forage NC.5.TA, lame 1, entre 0 et -0,50 m : algues rouges Corallinacées encroûtantes (a) affectées par la dissolution qui crée des vides dans lesquelles peuvent être reconnues 2 phases de cimentation : 1/ une cimentation météorique de calcite (c) ; 2/ une cimentation marine micritique (m) de calcite magnésienne recouvrant les cristaux de calcite d'eaux douces, signant une réimmersion. Echelle : barre = 750 μm .

Photo 6 : Forage NC.2.TA, lame 36, entre -4,50 et -5,50 m : cimentation de calcite d'eaux douces en mosaïque (c) suivie d'une cimentation frangeante marine fibreuse de calcite magnésienne (mp). Echelle : barre = 420 μm .

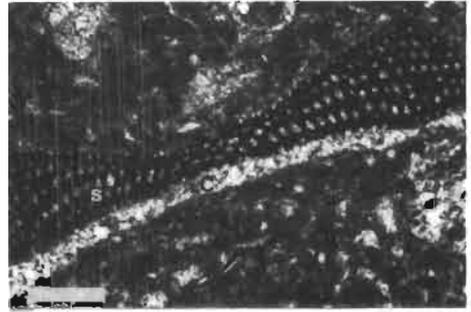
Photo 7 : Forage NC.2.TA, lame 33, entre -4,50 et -5,50 m : cimentation de cristaux allongés de calcite d'eaux douces en mosaïque (c) dont les terminaisons scalénoédriques peuvent être tronquées (dissolution ?) ; puis cimentation marine de calcite magnésienne frangeante micritique de texture péloïdale, constituant un remplissage géotrope (mp). Echelle : barre = 390 μm .

Photo 8 : Forage NC.6.TA, échantillon 81, entre -11,50 et -12,50 m : cliché MEB : cimentation dans les cavités résiduelles de calcite magnésienne recouvrant les cristaux de calcite d'eaux douces. On peut noter les terminaisons scalénoédriques de certains de ces cristaux sous le recouvrement du ciment marin frangeant de calcite magnésienne. Echelle : barre = 5 μm .

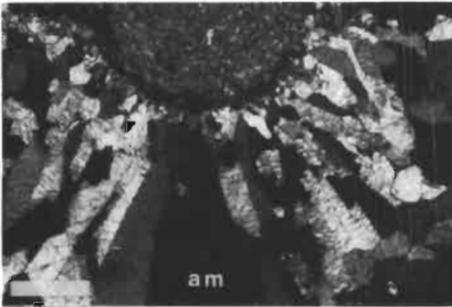
PLANCHE 11



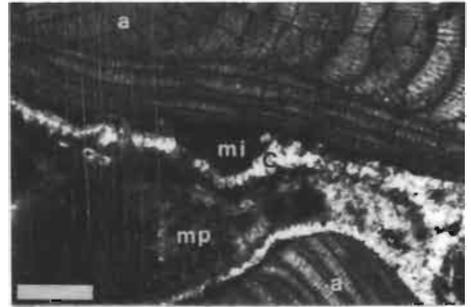
1



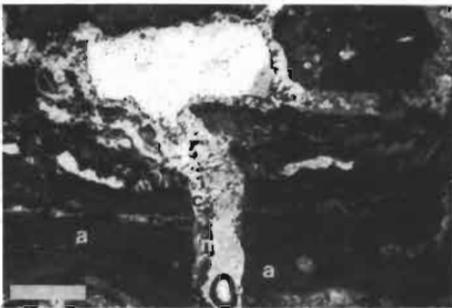
2



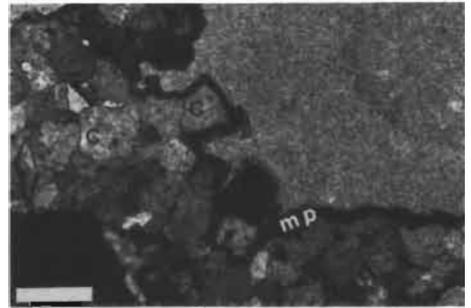
3



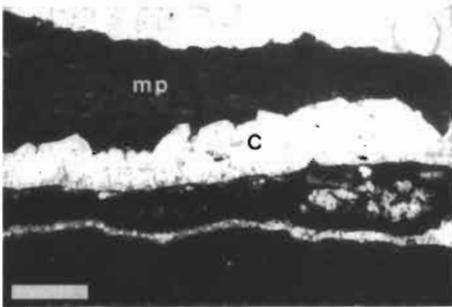
4



5



6



7



8

PLANCHE 12

Photo 1 : Forage NC.2.TA, lame 11, entre -1,50 et -2,50 m : on observe 2 phases de dépôt : 1/ un sédiment initial avec de nombreux bioclastes souvent très fragmenté (si) ; 2/ puis, dans des cavités d'origine secondaire, dépôt de "sédiments internes" de calcite magnésienne micritique à texture péloïdale (mp). Echelle : barre = 380 μm .

Photo 2 : Forage NC.5.TA, lame 18, entre -3,50 et -4,50 m : ciment de calcite magnésienne dans une cavité d'origine secondaire. Echelle : barre = 750 μm .

Photo 3 : Forage NC.5.TA, lame 18, entre -3,50 et -4,50 m : organismes (ici des *Halimeda*) altérés par l'action des eaux douces lors de la phase émergitive, se traduisant par des remplacements minéralogiques et des cimentations de calcite (c). Puis, lors de la transgression holocène, phase d'altération en milieu marin avec création de cavités de bioérosion et cimentation de calcite magnésienne (m). Echelle : barre = 380 μm .

Photo 4 : Forage NC.8.TA, lame 24, entre -2,50 et -3,50 m : dans une cavité d'origine primaire (loge corallienne), remplissage géotrope de "sédiments internes" (si) micritiques d'origine marine (?), suivi d'une cimentation de calcite d'eaux douces en mosaïque (c). Echelle : barre = 620 μm .

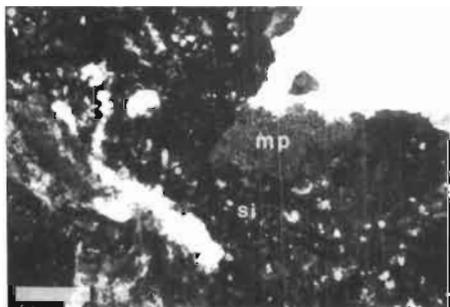
Photo 5 : Forage NC.11.HR, lame 78, entre -7,50 et -8,50 m : dans une cavité primaire (vide entre 2 valves de pélécy-pode), remplissage géotrope de micrite (m) de texture grumeleuse (origine marine ?) suivi d'une cimentation de calcite drusique d'eaux douces (c) dont les cristaux sont perpendiculaires au substrat. Seul le toit de la cavité montre une cimentation de cristaux à terminaisons scalénoédriques. Le plancher, constitué par la micrite précédente est cimenté par des cristaux plus petits ainsi que les espaces interstitiels dans la micrite. Echelle : barre = 420 μm .

Photo 6 : Forage NC.1.PV, lame 66, entre -17,0 et -17,50 m : cimentation aragonitique en aiguilles frangeantes (f) d'origine marine dans les loges coralliennes (sc), suivie d'une cimentation de calcite d'origine météorique. Echelle : barre = 200 μm .

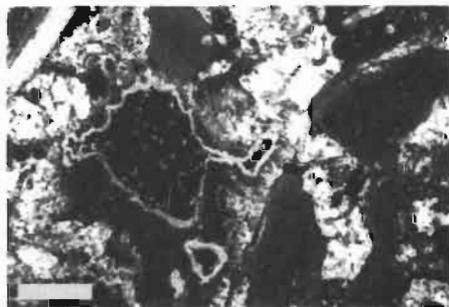
Photo 7 : Forage NC.2.TA, lame 11, entre -1,50 et -2,50 m : cimentations marines à l'intérieur de la cavité de gastéropode : 1/ cimentation aragonitique aciculaires d'aiguilles en continuité optique avec l'aragonite biogène (ai) ; 2/ cimentation de calcite magnésienne micritique recouvrant le ciment précédent (m). Echelle : barre = 150 μm .

Photo 8 : Forage NC.2.TA, lame 18, entre -2,50 et -3,50 m : cimentation micritique à texture péloïdale de calcite magnésienne (mp), suivie d'une cimentation fibreuse et frangeante de calcite magnésienne. Echelle : barre = 150 μm .

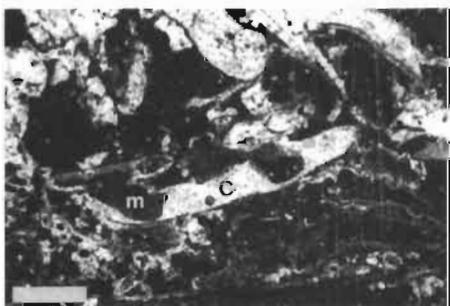
PLANCHE 12



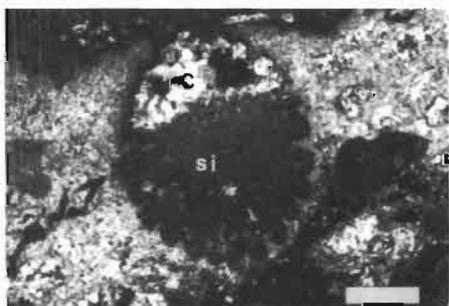
1



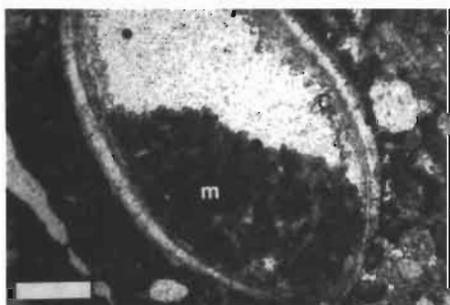
2



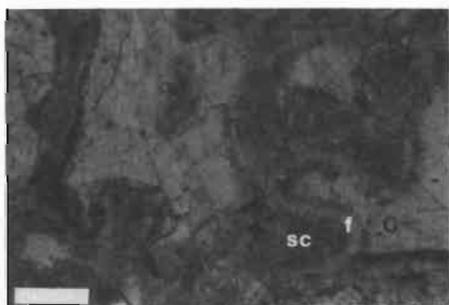
3



4



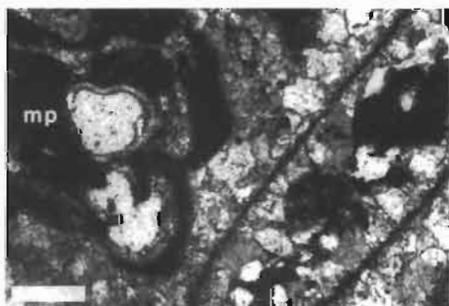
5



6



7



8

PLANCHE 13

Photo 1 : Forage NC.1.PV, lame 66, entre -17,0 et -17,50 m : hexacoralliaire (sc) dont seule une partie du test aragonitique a été dissous et remplacé par de la calcite. Les loges ont été cimentées par de la calcite sparitique d'eaux douces (c) ; le ciment primaire d'aiguilles aragonitiques a été conservé. Echelle : barre = 420 μm .

Photo 2 : Forage NC.11.HR, lame 89, entre -8,50 et -9,50 m : remplacement du test corallien aragonitique (sc) par de la calcite sans altération de l'architecture du test qui conserve sa structure fibreuse. Des fantômes de ciments aragonitiques en aiguilles sont également observés en franges dans les loges coralliennes comblées par un ciment tardif de calcite d'eaux douces (c). Echelle : barre = 420 μm .

Photo 3 : Forage NC.13.HR, lame 40, entre -4,10 et -4,50 m : dissolution d'un débris d'algue rouge Corallinacée branchue : la dissolution affecte le test en son centre et la cavité résultante est partiellement cimentée par de la calcite d'eaux douces. Echelle : barre = 390 μm .

Photo 4 : Forage NC.5.TA, lame 4, entre -1,50 et -2,50 m : algue verte *Halimeda* initialement aragonitique, remplacée par de la calcite ; la structure du test est conservée, la porosité primaire a été occlue par des ciments de calcite d'eaux douces. Echelle : barre = 420 μm .

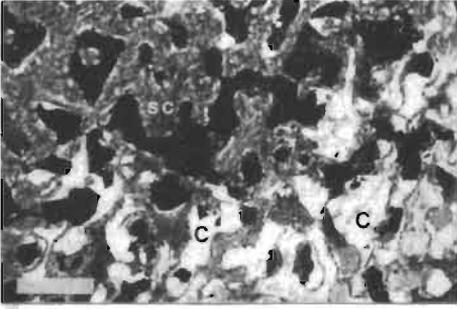
Photo 5 : Forage NC.34.PV, lame 60-v, entre -11,0 et -12,0 m : création de la porosité moldique par dissolution totale d'un test aragonitique de gastéropode sous l'action des eaux douces météoriques vadoses ; début de cimentation de calcite faiblement magnésienne à la périphérie du moule. Echelle : barre = 200 μm .

Photo 6 : Forage NC.34.PV, lame 43-h, entre -9,0 et -10,0 m : cimentation de calcite d'eaux douces dans une cavité moldique résultant de la dissolution totale d'un test aragonitique de gastéropode sous l'action des eaux douces météoriques vadoses ; franges de ciment micritique autour des bioclastes (enveloppes micritiques). Echelle : barre = 420 μm .

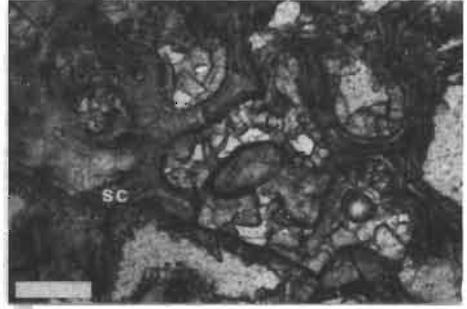
Photo 7 : Forage NC.5.TA, lame 21, entre -3,50 et -4,50 m : remplacement total d'un test de gastéropode initialement aragonitique, en calcite : les limites cristallines ne respectent pas l'architecture du squelette. Echelle : barre = 380 μm .

Photo 8 : Forage NC.2.TA, lame 36, entre - 4,50 et - 5,50 m : remplacement partiel d'un test de mollusque par des cristaux de calcite faiblement magnésienne (c) et de la micrite tardive (m). Echelle : barre = 380 μm .

PLANCHE 13



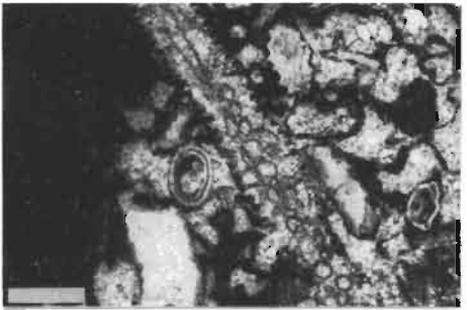
1



2



3



4



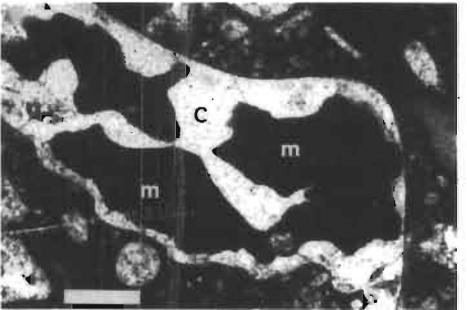
5



6



7



8

PLANCHE 14

Photo 1 : Forage NC.2.TA, lame 46, entre -5,50 et -6,50 m : algues rouges Corallinacées (a) montrant des traces de bioérosion orientées du haut vers le bas. Certaines des cavités résultantes sont emplies de ciment de calcite magnésienne en frange, d'autres d'oxydes. Echelle : barre = 380 μm .

Photo 2 : Forage NC.2.TA, lame 14, entre -1,50 et -2,50 m : débris fibreux aragonitique corallien (sc) intensément perforé. Les cavités tubulaires sont emplies de ciment micritique (m). A noter l'orientation préférentielle des perforations. Echelle : barre = 150 μm .

Photo 3 : Forage NC.2.TA, lame 33, entre -4,50 et -5,50 m : foraminifères et débris de mollusque perforé. La cavité résultante est remplie de ciment micritique (m). Echelle : barre = 800 μm .

Photo 4 : forage NC.2.TA, lame 18, entre -2,50 et -3,50 m : on peut noter la création d'une porosité secondaire dans un bioclaste. La cavité résultante est remplie de ciments micritiques. Echelle : barre = 150 μm .

Photo 5 : Forage NC.11.HR, échantillon 4, entre 0 et -0,50 m : cliché MEB : test aragonitique corallien perforé. Echelle : barre = 20 μm .

Photo 6 : Forage NC.10.HR, échantillon 1, entre 0 et -0,50 m : cliché MEB : test aragonitique corallien perforé. Echelle : barre = 6,5 μm .

Photo 7 : Forage NC.11.HR, échantillon 4, entre 0 et -0,50 m : cliché MEB : test aragonitique corallien perforé par des clones. On observe des cupules (cp). Echelle : barre = 130 μm .

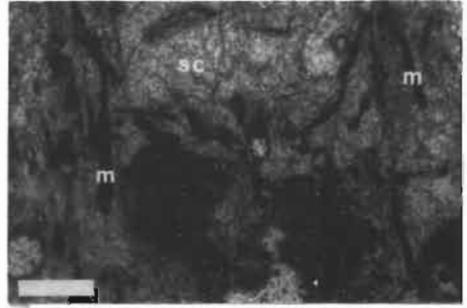
Photo 8 : Forage NC.34.PV, lame 74-v, entre -11,0 et -12,0 m : débris de mollusque perforé par des clones. On note un début de cimentation micritique (m) de la cavité. Echelle : barre = 420 μm .

Photo 9 : Forage NC.34.PV, lame 23-h, entre -7,0 et -8,0 m : débris de mollusque perforé par des bioérodeurs dont des clones. On note un début de cimentation micritique des cavités (m). Echelle : barre = 420 μm .

PLANCHE 14



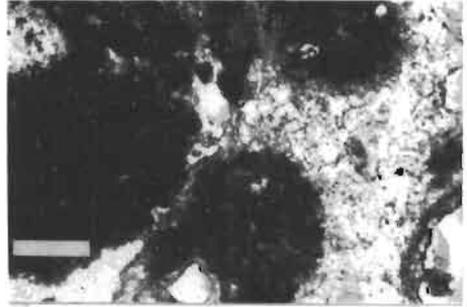
1



2



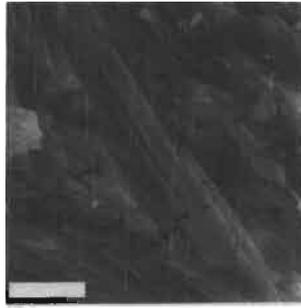
3



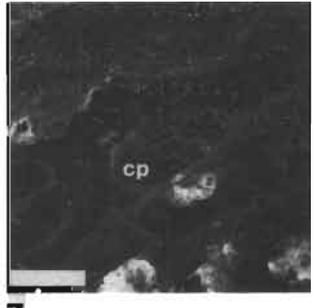
4



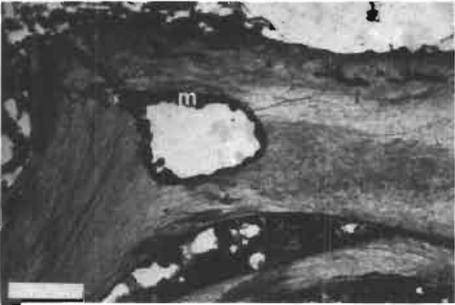
5



6



7



8



9

PLANCHE 15

Photo 1 : *Clavulina multicamerata* Chapman (X 150)

Photo 2 : *Textularia candeina* d'Orbigny (X 45)

Photo 3 : *Textularia agglutinans* d'Orbigny (X 50)

Photo 4 : *Textularia conica* d'Orbigny (X 45)

Photo 5 : *Textularia foliacea* Heron-Allen et Earland (X 70)

Photos 6-7 : *Spiroloculina communis* Cushman et Todd (X 80)

Photos 8-9 : *Spiroloculina antillarum* d'Orbigny (X 50)

Photo 10 : *Spiroloculina angulata* Cushman (X 50)

PLANCHE 15

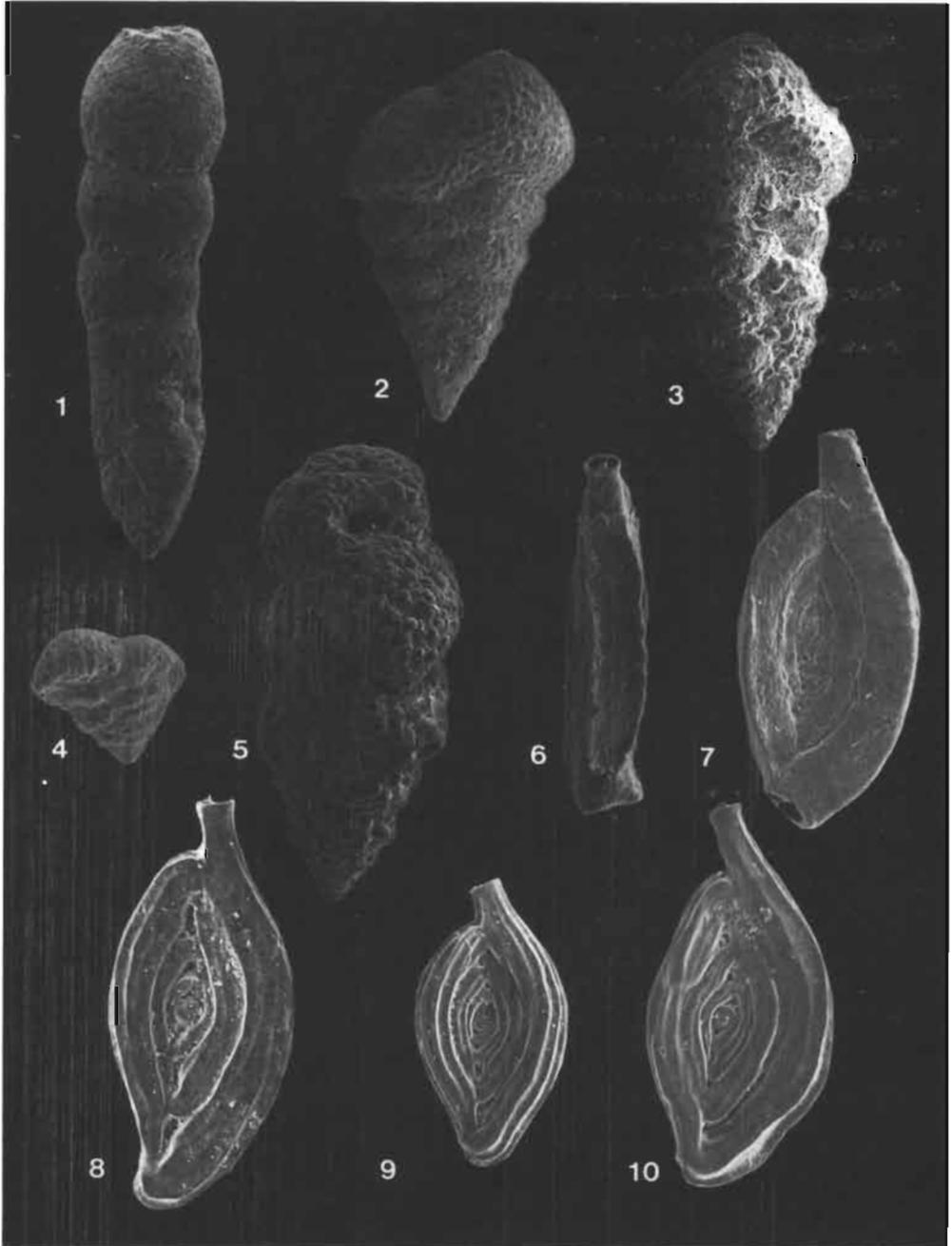


PLANCHE 16

Photo 1 : *Vertebralina striata* d'Orbigny (X 50)

Photo 2 : *Quinqueloculina sulcata* d'Orbigny (X 40)

Photo 3 : *Quinqueloculina parkeri* (Brady) (X 120)

Photos 4-5 : *Quinqueloculina* cf. *berthelotiana* d'Orbigny (X 65)

Photos 6-7 : *Quinqueloculina variolata* d'Orbigny (X 50)

Photos 8-9 : *Quinqueloculina* cf. *irregularis* d'Orbigny (X 65)

Photo 10 : *Miliola* sp. (X 100)

Photo 11 : *Pseudomassilina macilenta* (Brady) (X 50)

Photo 12 : *Sigmoilina* cf. *porcellana* Germeraad (X 220)

PLANCHE 16

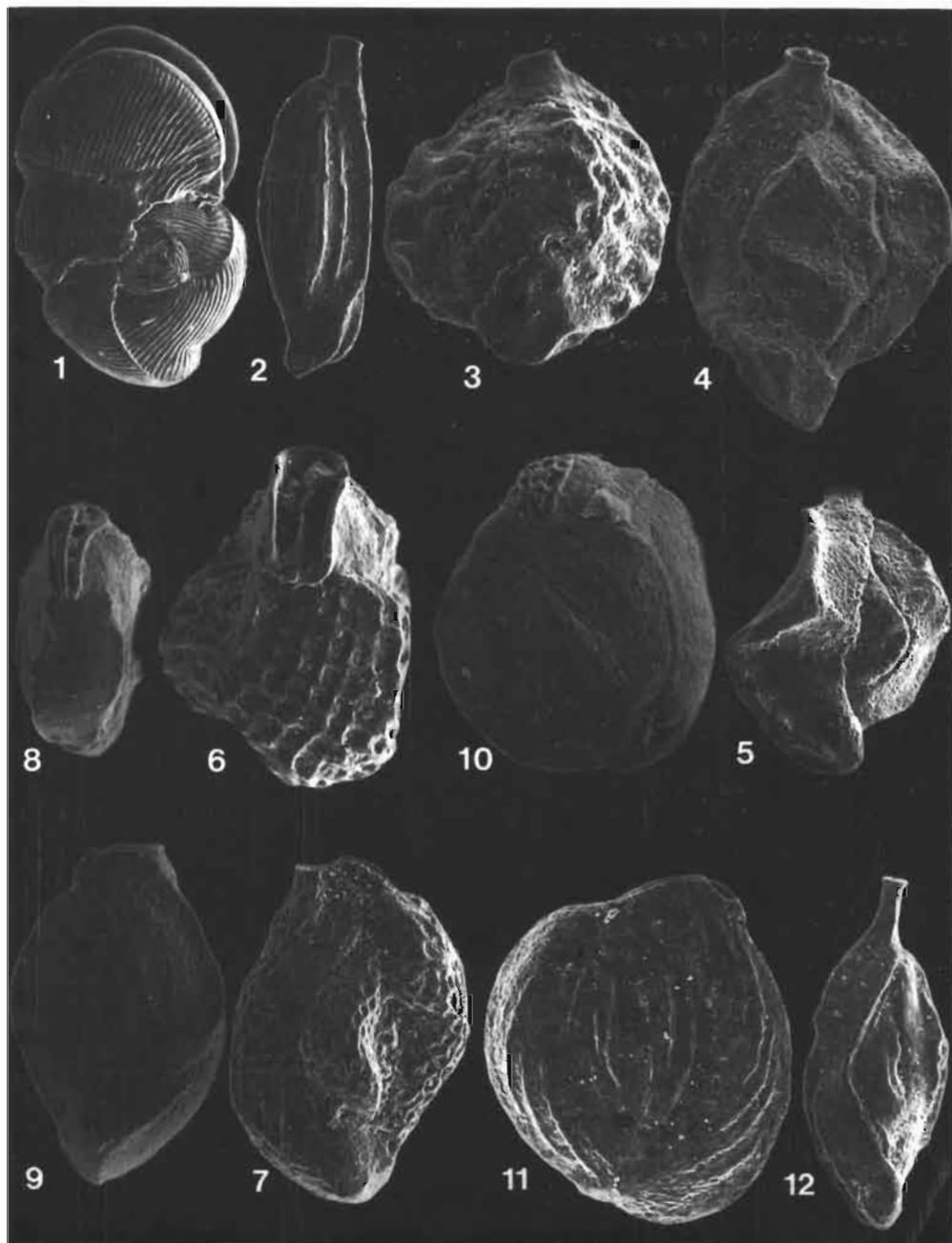


PLANCHE 17

Photo 1 : *Pyrgo denticulata striolata* (Brady) (X 100)

Photo 2 : *Spirosigmoilina bradyi* Collins (X 12)

Photo 3 : *Triloculina laevigata* d'Orbigny (X 50)

Photo 4 : *Triloculina trigonula* (Lamarck) (X 100)

Photo 5 : *Triloculina oblonga* (Montagu) (X 70)

Photos 6-7 : *Scutuloris baragwanathi* (Parr) (X 120)

Photo 8 : *Scutuloris neostriatula* (Thalman) (X 65)

Photos 9-10 : *Hauerina orientalis* Cushman (9 : X 250 ; 10 : X 65)

Photo 11 : *Hauerina involuta* Cushman (X 130)

PLANCHE 17

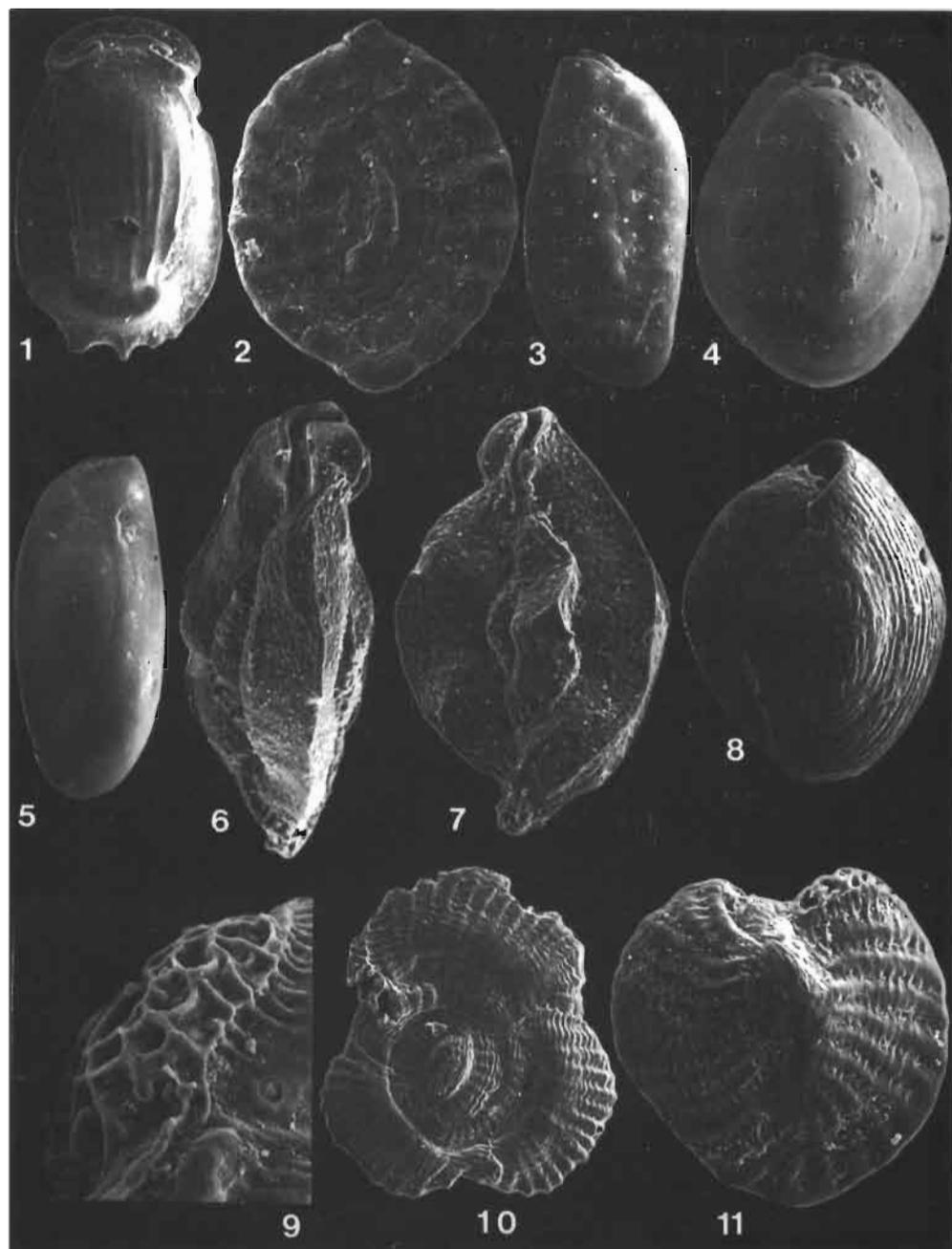


PLANCHE 18

Photo 1 : *Tubinella funalis* (Brady) (X 35)

Photo 2 : *Peneroplis planatus* (Fichtel et Moll) (X 50)

Photo 3 : *Peneroplis pertusus* (Forsk.) (X 80)

Photo 4 : *Parrina bradyi* (Millett) (X 100)

Photo 5 : *Rectobolivina raphana* (Parker et Jones) (X 60)

Photo 6 : *Miliolinella subrotunda* (Montagu) (X 125)

Photo 7 : *Sorites marginalis* (Lamarck) (X 80)

Photo 8 : *Reussella simplex* (Cushman) (X 110)

Photos 9-10 : *Glabratella patelliformis* (Brady) (X 125)

Photos 11-12 : *Coryphostoma limbata* (Brady) (X 110) ; 12 : détail de l'ouverture (X 400)

PLANCHE 18

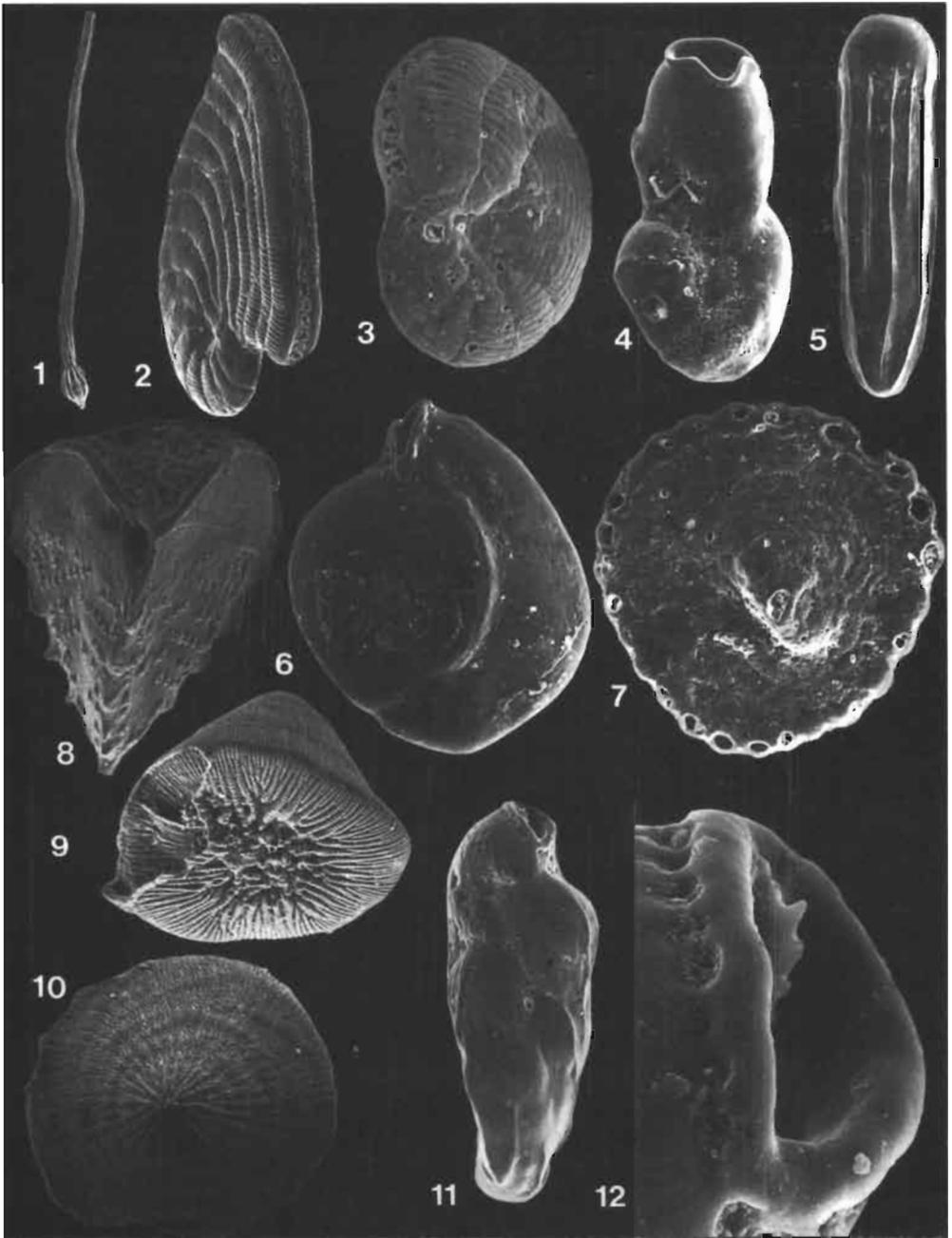


PLANCHE 19

Photos 1-2 : *Calcarina hispida* Brady (1 : X80 ; 2 : X40)

Photo 3 : *Calcarina hispida pulchella* Chapman (X 54)

Photo 4 : *Spirillina vivipara* Ehrenberg (X 150)

Photos 5-6 : *Ammonia beccarii tepida* (Cushman) (5 : X260 ; 6 : X280)

Photo 7 : *Elphidium crispum* (Linné) (X 150)

Photo 8 : *Criboelphidium poeyanum* (d'Orbigny) (X 150)

Photo 9 : *Elphidium macellum* (Fichtel et Moll) (X 100)

Photo 10 : *Cellanthus craticulatus* (Fichtel et Moll) (X 45)

Photo 11 : *Eponides repandus* (Fichtel et Moll) (X 120)

PLANCHE 19

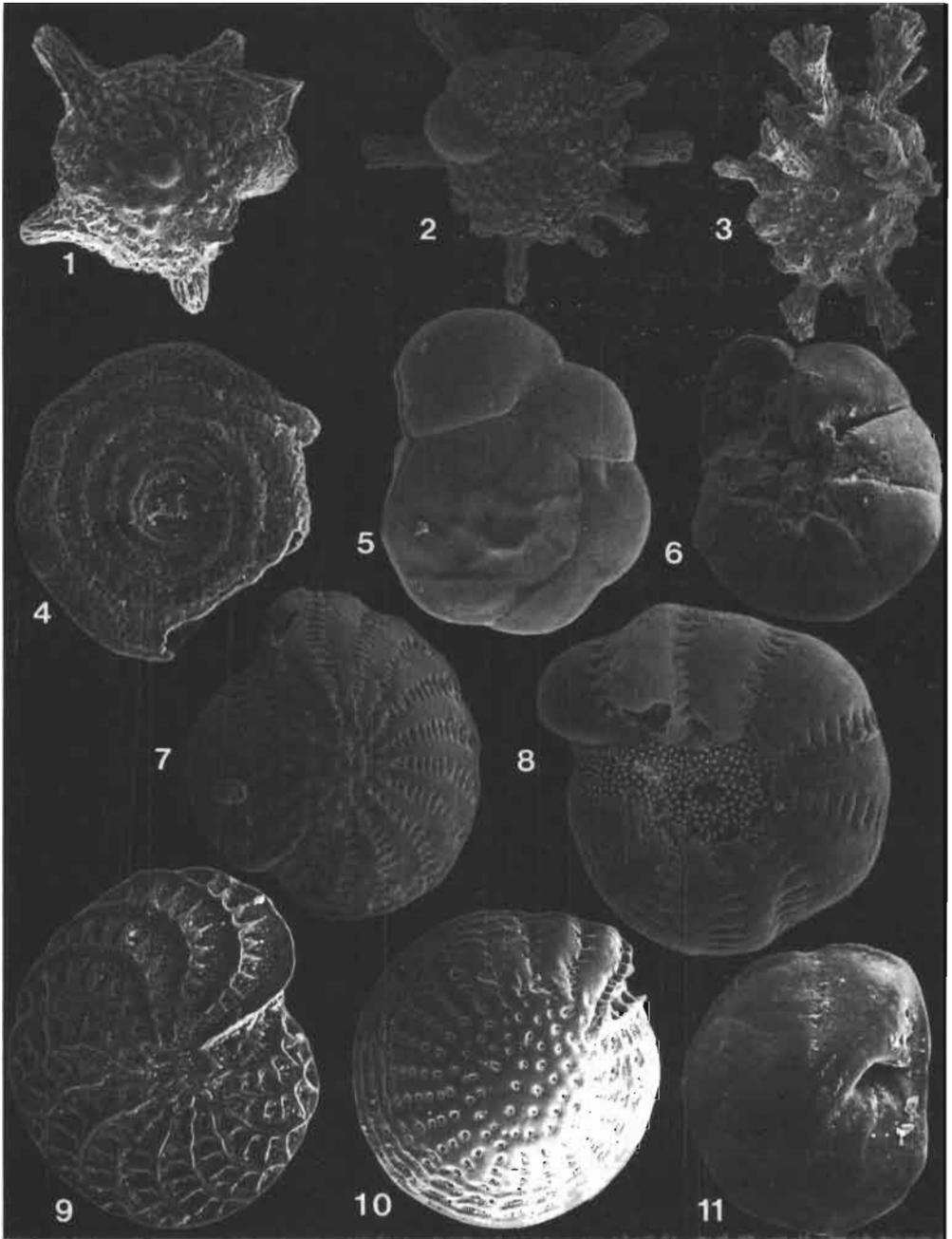


PLANCHE 20

Photo 1 : *Cibicides lobatulus* (Walker et Jacob) (X 120)
face ombilicale

Photo 2 : *Cibicides refulgens* de Montfort (X 120)
face spirale

Photo 3 : *Cymbaloporetta squamosa* (d'Orbigny) (X 80)
face spirale

Photo 4 : *Cymbaloporetta bradyi* (Cushman) (X 75)
face spirale

Photo 5 : *Cymbaloporetta bradyi* (Cushman) (X 50)
face ombilicale

Photo 6 : *Cymbaloporetta squamosa* (d'Orbigny) (X 100)
face ombilicale

Photo 7 : *Rosalina globularis* d'Orbigny (X 120)
face spirale

Photos 8-10 : *Discorbis* sp.
8 : face spirale (X 100)
9 : vue latérale (X 150)
10 : face ombilicale (X 120)

PLANCHE 20

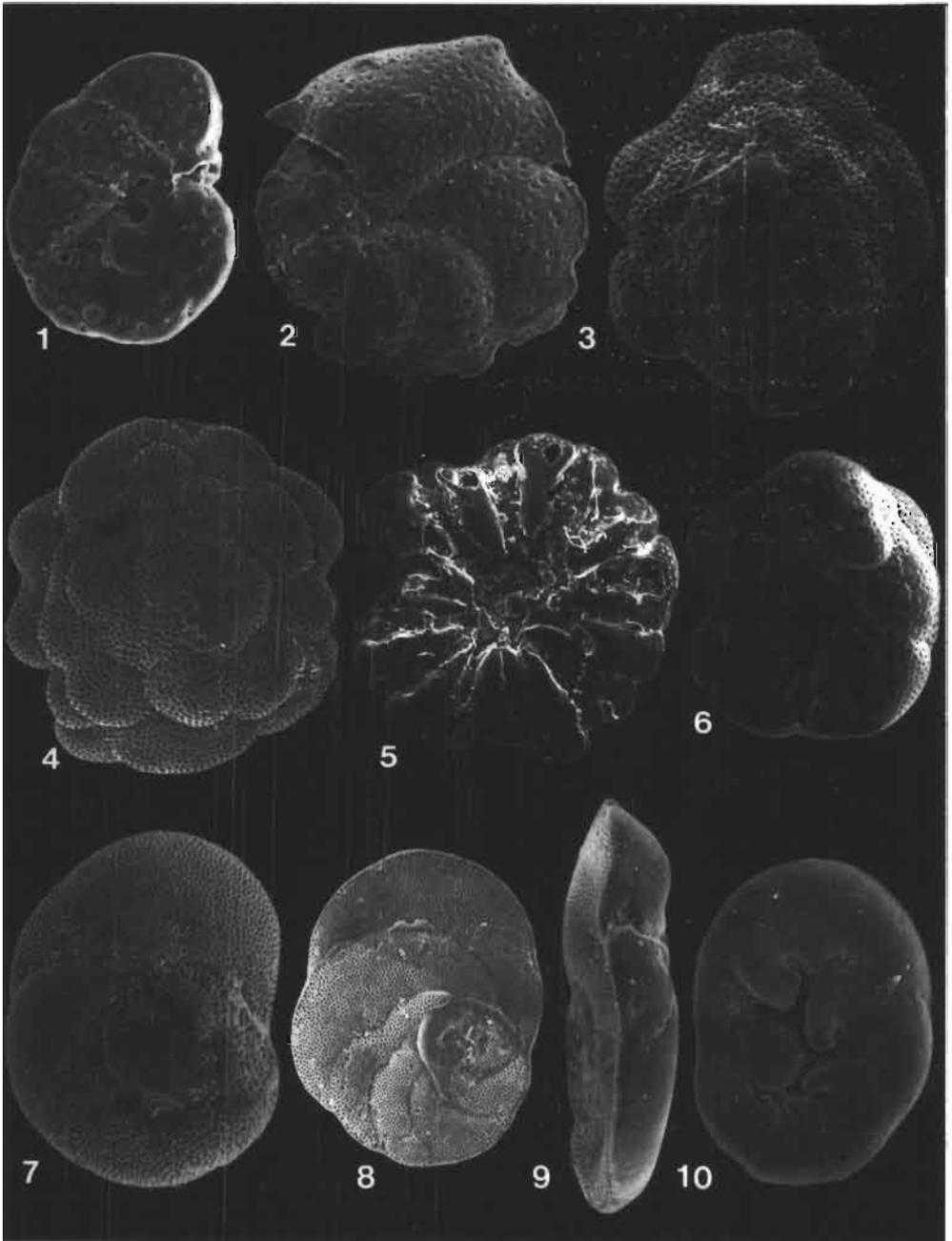


PLANCHE 21

Photos 1-2 : *Cytherella* aff. *arostrata* Kornicker

1 : valve gauche, vue externe (X 80)

2 : valve droite, vue externe (X 80)

Photo 3 : *Neonesidea longisetosa* (Brady)

valve droite, vue externe (X 60)

Photos 4-6 : *Neonesidea* sp. 3 aff. *schulzi* (Hartmann)

4 : valve gauche, vue externe (X 60)

5 : valve gauche, vue interne (X 60)

6 : carapace, vue latérale droite (X 80)

Photo 7 : *Paranesidea* sp. 2 aff. *fracticorallicola* Maddocks

valve gauche, vue externe (X 80)

Photos 8-10 : *Triebelina* sp. 1

8 : valve droite, vue externe (X 80)

9 : valve droite, vue interne (X 80)

10 : valve gauche, vue externe (X 80)

PLANCHE 21

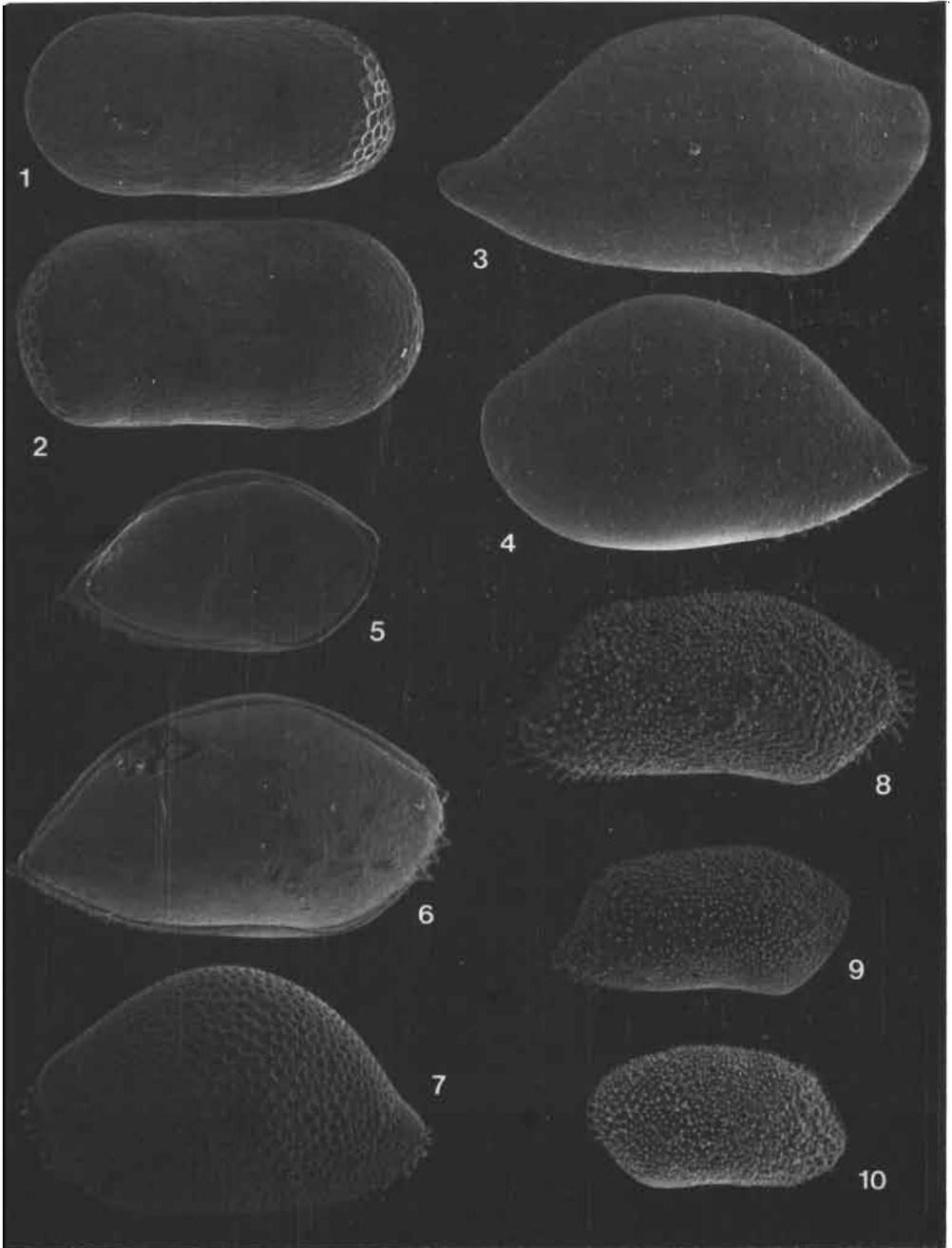


PLANCHE 22

Photos 1-2 : *Tiebelina sertata* Triebel

- 1 : valve gauche, vue externe (X 80)
- 2 : valve droite, vue externe (X 80)

Photo 3 : *Morkhovenia inconspicua* (Brady)
valve droite, vue externe (X 80)

Photos 4-5 : *Keijia demissa* (Brady)

- 4 : valve droite, vue externe (X 80)
- 5 : valve gauche, vue externe (X 80)

Photos 6-8 : *Callistocythere* sp.

- 6 : valve droite, vue externe (X 80)
- 7 : valve gauche, vue externe (X 80)
- 8 : valve droite, vue interne (X 80)

Photo 9-11 : *Leptocythere keiji* Hartmann

- 9 : valve droite, vue externe (X 80)
- 10 : valve gauche, vue externe (X 80)
- 11 : valve gauche, vue interne (X 80)

Photos 12-14 : *Clithrocytheridea* cf. *spinulosa* (Brady)

- 12 : valve droite, vue externe (X 80)
- 13 : carapace, vue dorsale (X 80)
- 14 : valve gauche, vue interne (X 80)

Photos 15-19 : *Alocopocythere* aff. *reticulata indoaustratica* Hartmann

- 15 : valve gauche, vue externe (X 80)
- 16 : valve droite, vue interne (X 80)
- 17 : carapace, vue dorsale (X 80)
- 18 : valve gauche, vue externe (junénilé ?) (X 80)
- 19 : valve droite, vue externe (junénilé ?) (X 80)

PLANCHE 22

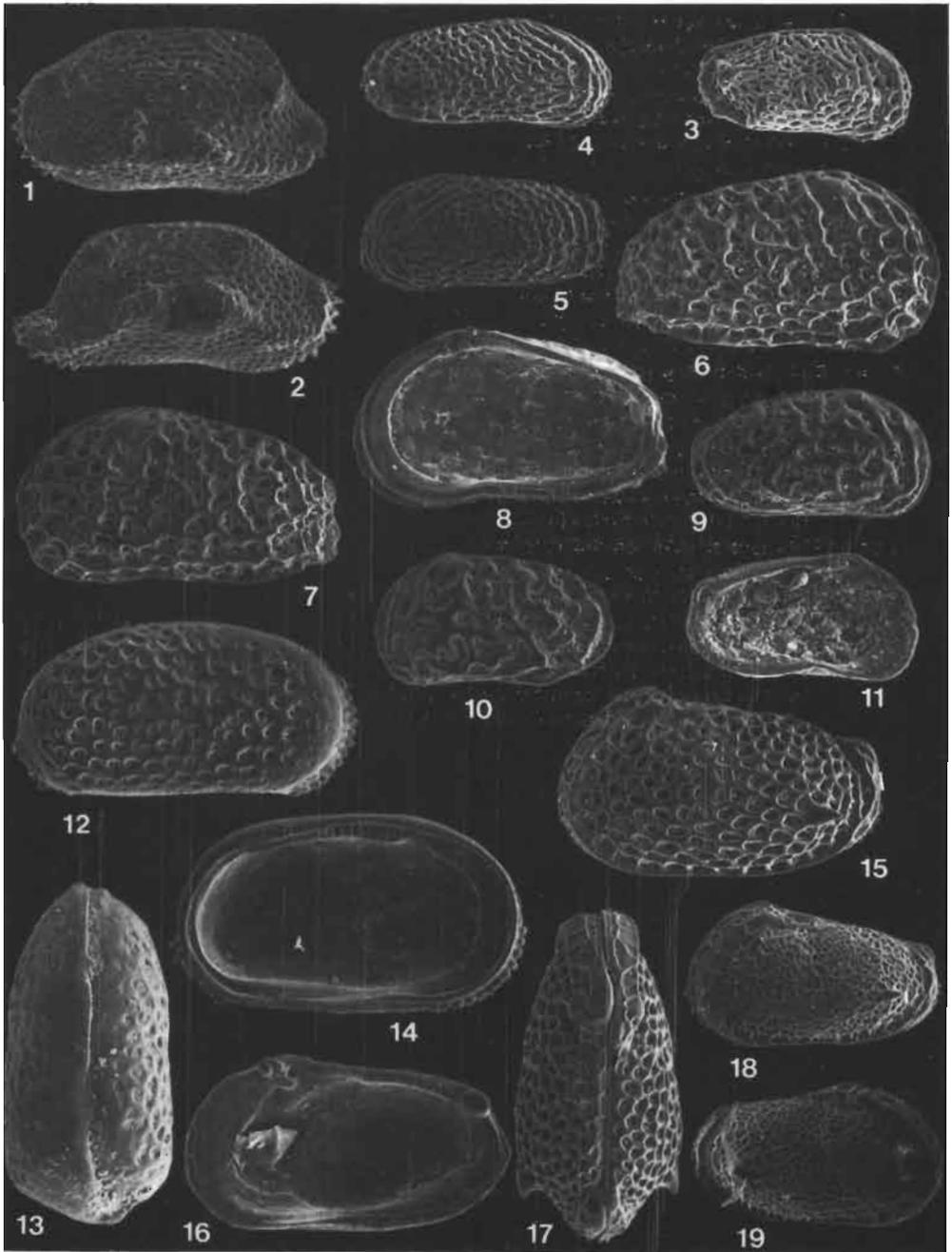


PLANCHE 23

Photos 1-4 : *Ponticocythereis manis* Whatley et Titterton

- 1 : valve gauche, vue externe (X 80)
- 2 : valve gauche, vue externe (larve) (X 80)
- 3 : valve droite, vue externe (X 80)
- 4 : carapace, vue dorsale (X 80)

Photos 5-6 : *Radimella wantlandi* (Teeter)

- 5 : valve gauche, vue externe (larve ?) (X 80)
- 6 : valve gauche, vue externe (X 80)

Photo 7 : *Jugosocythereis* sp. a Apostolescu
valve gauche, vue externe (X 80)

Photos 8-9 : *Jugosocythereis transoceanica* (Teeter)

- 8 : valve gauche, vue externe (X 80)
- 9 : valve droite, vue interne (X 80)

Photo 10 : *Quadracythere* sp. Heron Island Hartmann
valve droite, vue externe (X 80)

Photos 11-12 : *Caudites javana* Kingma

- 11 : valve droite, vue externe (X 80)
- 12 : valve gauche, vue interne (X 80)

Photo 13 : *Loxocorniculum georgei* Hartmann
valve gauche, vue externe (X 80)

PLANCHE 23

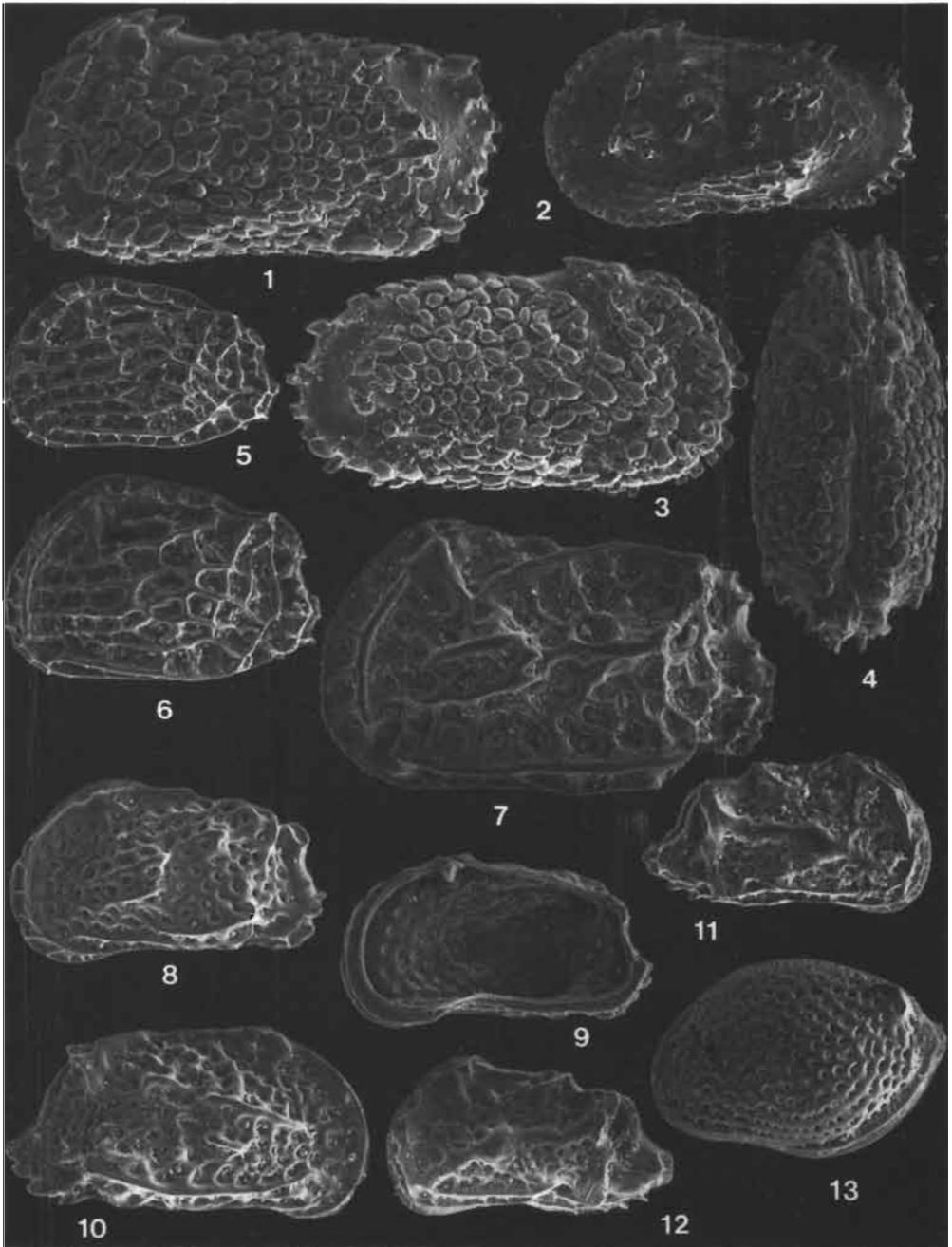


PLANCHE 24

Photos 1-2 : *Loxoconcha dampierensis* Hartmann

- 1 : valve droite, vue externe (X 80)
- 2 : valve gauche, vue externe (X 80)

Photos 3-6 : *Loxoconcha* cf. *fischeri minima* Teeter

- 3 : valve gauche, vue externe (X 80)
- 4 : valve gauche, vue externe (X 80)
- 5 : valve droite, vue externe (X 80)
- 6 : valve droite, vue interne (X 80)

Photos 7-8 : *Paracytheridea* aff. *remanei* Hartmann

- 7 : valve droite, vue externe (X 80)
- 8 : valve gauche, vue externe (X 80)

Photo 9 : *Paradoxostoma phaeophysicola* Hartmann
valve droite, vue externe (X 80)

Photos 10-12 : *Paradoxostoma* aff. *caudatum* Hartmann

- 10 : valve droite, vue externe (X 80)
- 11 : valve gauche, vue externe (X 80)
- 12 : valve gauche, vue interne (X 80)

Photo 13 : *Paradoxostoma* aff. *subtile* Bonaduce *et al.*
valve droite, vue externe (X 80)

Photos 14-16 : *Xestoleberis* sp.

- 14 : valve gauche, vue interne (X 80)
- 15 : valve gauche, vue externe (X 80)
- 16 : valve droite, vue externe (X 80)

Photo 17 : *Uroleberis* sp.

- valve droite, vue externe (X 80)

Photo 18 : *Phlyctenophora viridis* Brady

- valve gauche, vue externe (X 80)

PLANCHE 24

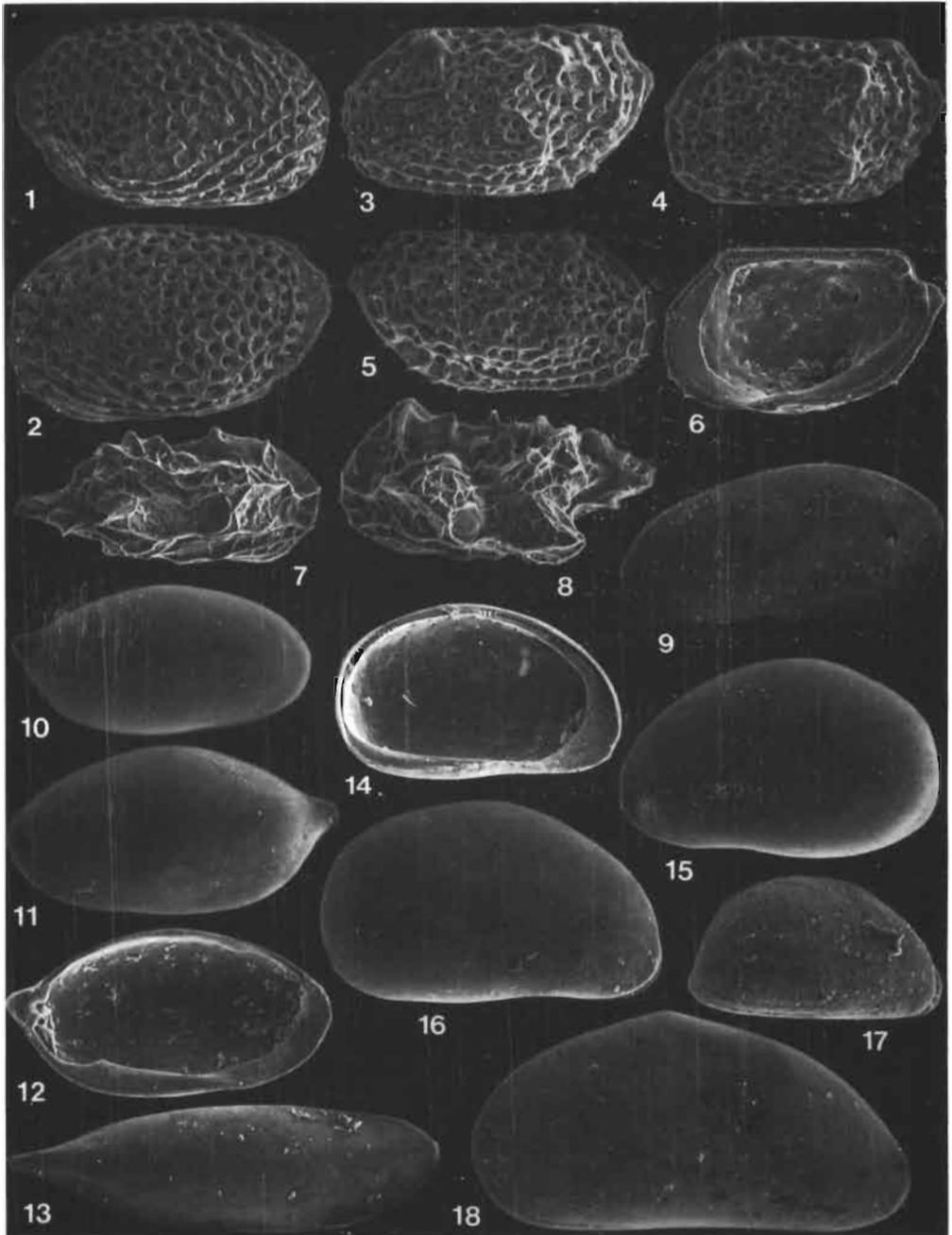


PLANCHE 25

Photos 1-3 : *Neonesidea* sp. 2 aff. *pateriformis*

1 : valve gauche, vue interne (X 65)

2 : détail des empreintes musculaires de l'aire centrale (X 260)

3 : valve gauche, vue externe (X 65)

Photo 4 : *Paracypris* sp.

valve droite, vue externe (X 65)

Photo 5 : *Anchistrocheles fumata* Brady

valve droite, vue externe (X 100)

Photo 6 : *Anchistrocheles* aff. sp. Bonaduce *et al.*

valve gauche, vue externe (X 200)

Photo 7 : *Eucytherura* aff. *denticulata* Bonaduce *et al.*

valve droite, vue externe (X 200)

Photo 8 : *Loxoconcha huahineensis* Hartmann

valve droite, vue externe (X 100)

Photo 9 : *Caudites litusorienticola* Hartmann

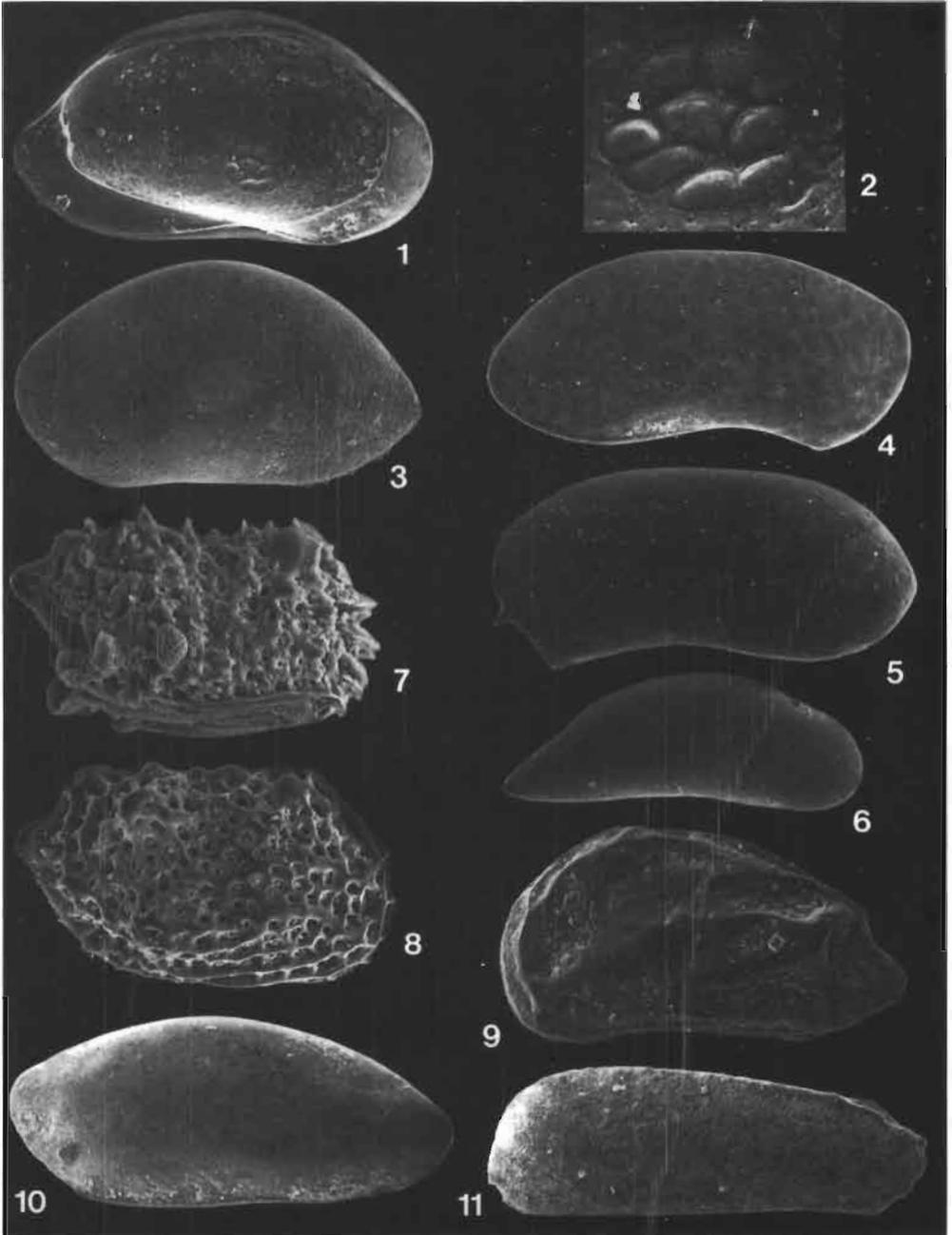
valve gauche, vue externe (X 100)

Photo 10 : *Paradoxostoma novaecaledoniae* Brady

valve gauche, vue externe (X 100)

Photo 11 : Indet. Gen. sp. (X 100)

PLANCHE 25



REALISATION
ATELIER DE REPROGRAPHIE

UNIVERSITE DE PROVENCE
Centre Saint-Charles

ISBN 2 85399 188 1