

RAPPORT DE STAGE

SCIENCES DE LA MER

BIOLOGIE MARINE

Mars / Mai

1996

BIOSÉDIMENTOLOGIE
DU LAGON DE L'ATOLL DE HITI
(Archipel de Tuamotu, Polynésie Française)

Vincent PÊCHEUX

Maîtrise de Biologie des Écosystème et des Populations
Option Océanologie
Université des Sciences et Techniques de Lille

21 Mars - 16 Mai 1996

L'INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE
POUR LE DÉVELOPPEMENT EN COOPÉRATION



CENTRE DE NOUMÉA

RAPPORT DE STAGE

SCIENCES DE LA MER

BIOLOGIE MARINE

Mars / Mai

1996

BIOSÉDIMENTOLOGIE
DU LAGON DE L'ATOLL DE HITI
(Archipel de Tuamotu, Polynésie Française)

Vincent PÉCHEUX

Maîtrise de Biologie des Écosystème et des Populations
Option Océanologie
Université des Sciences et Technique de Lille

(21 Mars - 16 Mai 1996)

Responsable de Stage :

C.CHEVILLON

Océanographe-Biosédimentologue
Chargé de Recherche à l'ORSTOM



L'INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE
POUR LE DÉVELOPPEMENT EN COOPERATION

CENTRE DE NOUMÉA

5 SEP. 1996

11200029386
2000
10000000

Ø64
SEDIM
PEC



© ORSTOM, Nouméa, 1996

/PÊCHEUX V.

Biosédimentologie du Lagon de l'atoll de HITI (Archipel de Tuamotu, Polynésie Française)

Nouméa : ORSTOM. Juin 1996. 26 p.
Rapport de Stage : Sci.Vie ; Biol.mar.

Ø64 SEDIM; Ø36 MILMAR
BIOSÉDIMENTOLOGIE; LAGON; ATOLL; SÉDIMENT; MÉTHODE; HITI; POLYNESIE
FRANÇAISE; TUAMOTU

Imprimé par le Centre ORSTOM
Juin 1996



ORSTOM Nouméa
REPROGRAPHIE

Avant-propos

PRÉSENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL

L'**ORSTOM**, anciennement Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer et aujourd'hui rebaptisé "Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération", est un établissement public à caractère scientifique et technologique (E.P.S.T.) sous la tutelle conjointe des Ministères de l'Enseignement supérieur et de la Coopération. Il conduit depuis cinquante ans des recherches sur les milieux intertropicaux en Afrique, en Amérique Latine, en Asie ainsi que dans les Départements et Territoires d'Outre-mer (soit 40 implantations réparties dans 30 pays). Il a pour tâche de travailler en partenariat avec les institutions des pays dans lesquels il intervient. Son action vise essentiellement la connaissance et la mise en valeur des milieux physiques, biologiques et humains caractéristiques de ces régions à travers des programmes pluridisciplinaires articulés autour de 4 axes prioritaires : compréhension du fonctionnement des grands écosystèmes et préservation de l'environnement, santé publique, évolution des milieux, dynamique des sociétés et des économies nationales.

Le centre ORSTOM de Nouméa, créé en 1946, est le premier et le plus important des 3 centres du Pacifique Sud, les deux autres étant localisés à Papeete (Tahiti) et à Port-Vila (Vanuatu). Le centre occupe 2600 m² de laboratoires, 1300 m² de bureaux et ateliers ainsi que 190 m² de serres et compte aujourd'hui 165 agents dont 46 chercheurs et 89 ingénieurs et techniciens.

Les programmes ou opérations scientifiques de l'Institut sont gérés par Unités de Recherche, elles-mêmes regroupées en cinq Départements de Recherche. Chacun d'eux, consacrés à un grand thème scientifique, combine et associe les diverses spécialités et compétences, favorisant ainsi les approches et les programmes pluridisciplinaires : départements TAO (Terre, Océan, Atmosphère), MAA (Milieux et Activités Agricoles), DEC (Eaux Continentales), DES (Santé) et SUD (Société, Urbanisation, Développement)

Tous ces Départements regroupent une vingtaine de programmes scientifiques qui concourent à l'étude des milieux marins, terrestres et humains. On y retrouve les disciplines scientifiques suivantes : Agropédologie, Archéologie, Botanique, Géographie, Géologie, Géophysique, Hydrologie, Microbiologie, **Océanologie biologique**, Océanologie physique, Pharmacologie, Phytopathologie, Sociologie et Zoologie appliquée.

Biosédimentologie du lagon de l'atoll de Hiti (Archipel des Tuamotu, Polynésie française)

Vincent PÊCHEUX

**Stage de Maîtrise de Biologie des Écosystèmes et des Populations
Option Océanologie
Université des Sciences et Techniques de Lille**

**Stage encadré par C. CHEVILLON
Océanographe-Biosédimentologue
Chargé de Recherche à l'ORSTOM**

RÉSUMÉ

L'étude biosédimentologique du lagon de l'atoll de Hiti a été réalisée à partir de 7 prélèvements effectués en plongée à l'aide d'un carottier manoeuvré à la main. La couleur des sédiments, leurs teneurs en carbonates et en vase, leur texture ainsi que les indices granulométriques ont été déterminés. Le comptage à la loupe binoculaire des différents composants du sédiment a permis de décrire la composition bioclastique de chaque échantillon.

Les résultats montrent que ce lagon présente une structure particulièrement homogène : les sédiments sont essentiellement des sables fins, mal triés, à la normalité peu accusée, de couleur blanche et fortement carbonatés, fortement envasés et de type textural surtout représenté par des sables légèrement gravo-vaseux. Les indices granulométriques sont tous caractéristiques d'un hydrodynamisme très modéré. D'autre part, 3 zones présentant des tendances sédimentaires différentes peuvent être distinguées : une zone de production de matériel grossier située en bordure de la couronne récifale et subissant un lessivage des fractions fines, une zone plus représentative de la plaine lagonaire avec production de sédiments moins grossiers non remaniés et enfin, une zone relativement protégée favorable à l'accumulation de matériel fin autochtone sur le sédiment en place.

Les principaux constituants de la biophase sédimentaire sont, dans l'ordre décroissant, les mollusques (et parmi eux, essentiellement les bivalves et les gastéropodes), les foraminifères, les madréporaires - dont la répartition est limitée à la zone de production récifale - et les bryozoaires. Trois biofaciès seulement ont été identifiés : MOLFOR, FORMOL et MADFOR et le lagon dans son ensemble présente un biofaciès MOLFOR.

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	1
RÉSUMÉ	2
INTRODUCTION	4
MATÉRIEL ET MÉTHODES	5
RÉSULTATS	9
<i>Couleur</i>	9
<i>Vase et carbonates</i>	9
<i>Classification Texturale</i>	10
<i>Indices granulométriques</i>	10
<i>Composition de la biophase</i>	12
DISCUSSION	13
<i>Texture et granulométrie</i>	13
<i>Biophase sédimentaire</i>	15
CONCLUSION	15
REMERCIEMENTS	16
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	16
ANNEXES	18

Liste des figures

1.- Archipel des Tuamotu	4
2.- Atoll de Hiti et localisation des stations	6
3.- Relation entre l'envasement et la profondeur	9
4.- Relation entre le triage et la taille moyenne	11
5.- Relation entre la normalité et la taille moyenne	11
6.- Relation entre l'asymétrie et la taille moyenne	11
7.- Relation entre le triage et l'asymétrie	11
8.- Relation entre la bathymétrie et la taille moyenne	11
9.- Relation entre la bathymétrie et le triage	11
10.- Relation entre l'envasement et la taille moyenne	12
11.- Composition moyenne de la biophase sédimentaire du lagon de Hiti	12

Liste des tableaux

I.- Coordonnées et profondeur des 7 stations du lagon de Hiti	5
II.- Méthode de comptage des constituants bioclastiques	8
III.- Teneurs en carbonates et en vase et faciès correspondants	9
IV.- Classification en types sédimentaires	10
V.- Valeurs des indices granulométriques et codes correspondants	10
VI.- Composition en constituants biogènes de chaque station	13

INTRODUCTION

Hiti, l'un des 76 atolls que compte l'archipel polynésien des Tuamotu (Fig. 1), est situé entre les latitudes $16^{\circ}42'S$ et $16^{\circ}45'S$ et les longitudes $144^{\circ}04'W$ et $144^{\circ}08'W$. L'atoll est de forme ovale et s'étend sur 7 km de long pour 5 km de large. Orienté dans le sens sud-est / nord-ouest, les vents dominants étant de secteur sud-est, il est délimité sur sa moitié nord-est par un îlot sableux très allongé et du côté sud-ouest par un récif barrière qui, comme la majorité des atolls de l'archipel, ne possède pas de passe (WIENS, 1962). Le lagon, d'une surface approximative de 27 km² (soit 89 % de la surface de l'atoll) est profond d'une vingtaine de mètres au maximum. L'îlot, qui ne représente que 11 % de la surface totale de l'atoll est bordé sur sa face externe par un récif frangeant qui donne très rapidement sur des fonds de 1000 à 1800 m.

L'étude biosédimentologique du lagon de l'atoll de Hiti a été réalisée, ainsi que celle de 18 autres atolls, dans le cadre du programme Typatoll. Ce programme de l'ORSTOM, qui doit durer 3 ans (de 1994 à 1997), a pour but de comprendre le fonctionnement des lagons d'atolls de Polynésie Française et d'appliquer ces connaissances aux 423 autres atolls de la planète, l'objectif final étant de fournir des éléments de connaissance pour une gestion permettant un développement durable. Le grand nombre d'atolls présents dans l'archipel des Tuamotu a permis de sélectionner des atolls suffisamment représentatifs des différents types lagunaires dans un espace relativement homogène du point de vue de l'environnement. Outre la biosédimentologie, le programme Typatoll fait appel à la plupart des autres domaines de l'océanologie : étude physique et chimique (bathymétrie, température, salinité, oxygène, pH, turbidité, sels nutritifs, matière organique particulaire de la colonne d'eau), étude du plancton et des peuplements benthiques (poissons, algues, coraux, mégabenthos).

L'objectif de la partie biosédimentologie est de différencier et de caractériser les différents environnements sédimentaires rencontrés dans l'atoll. Il a été choisi de présenter ce rapport sous une forme très proche de celle d'une publication. Il comprend ainsi une description du matériel et des méthodes utilisées, un exposé des résultats obtenus, une discussion de ces résultats suivie d'une conclusion. A la fin de ce rapport figurent, outre les références bibliographiques, un certain nombre de données annexes.

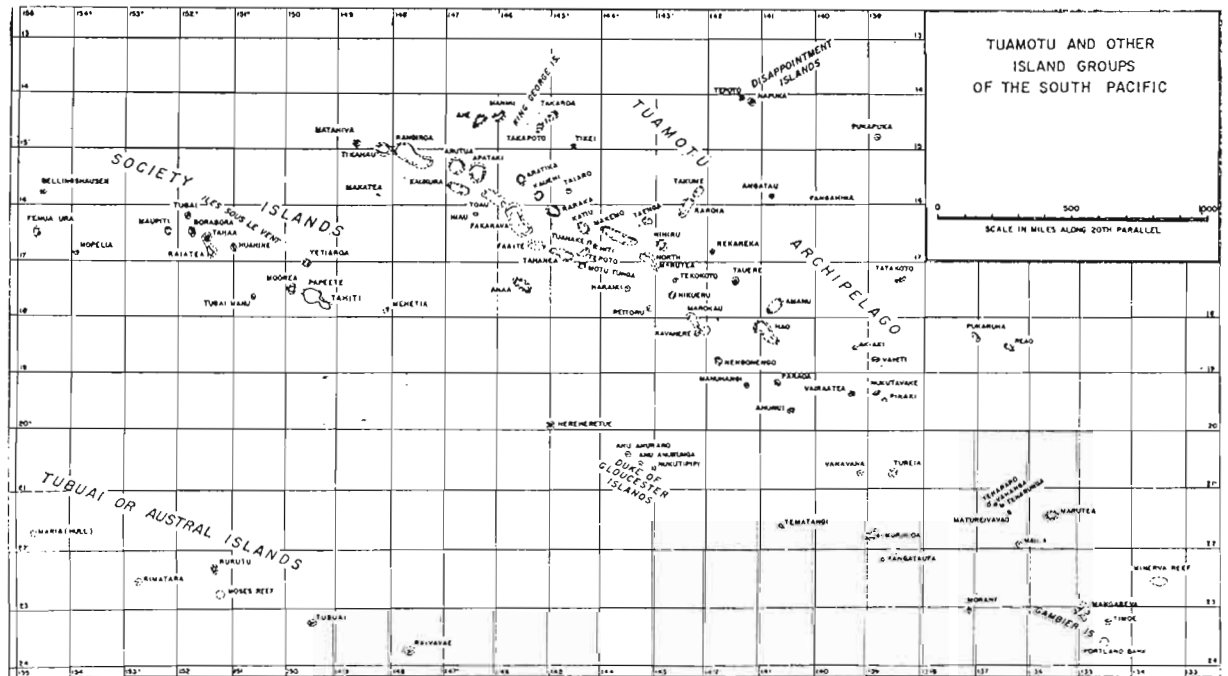


Fig. 1.- Archipel des Tuamotu (D'après WIENS, 1962, atoll environment and ecology).

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Sept stations, communes aux différentes disciplines de Typatoll, ont été retenues pour l'étude de l'atoll de Hiti (Fig. 2 et Tableau I). Cet atoll ne possédant pas de passe permettant à un navire océanographique d'entrer dans le lagon, les prélèvements des échantillons ont été réalisés en plongée sous-marine à l'aide de petits carottiers en PVC manoeuvrés à la main, à la place de la benne habituellement utilisée dans ce type d'étude.

Tableau I.- Coordonnées et profondeur des 7 stations du lagon de Hiti.

St.	Latitude (S)	Longitude (W)	Prof. (m)
1	16°43'00	144°07'06	7
2	16°42'92	144°05'41	17
3	16°44'23	144°04'89	14
4	16°44'06	144°06'39	17
5	16°43'42	144°05'88	20
6	16°43'02	144°06'09	18,5
7	16°43'85	144°07'09	1

Juste après le prélèvement, à bord du navire, la couleur des sédiments est déterminée à partir de la table des couleurs de MUNSELL. Le principe de cette table réside en l'utilisation de trois variables : la variable "HUE" qui désigne la relation chromatique entre le rouge, le jaune, le vert, le bleu et le pourpre, la variable "VALUE" qui représente la luminosité et la variable "CHROMA" pour l'intensité. Grâce au système de MUNSELL, chaque couleur de sédiment est codée. La couleur des sédiments est un paramètre intéressant dans la différenciation des unités sédimentaires (CHARDY et al., 1988 ; CHEVILLON, 1992 ; DEBENAY, 1985a, 1985b, 1987, 1988 ; SALVAT, 1964). Elle est aussi considérée comme un bon indicateur des gradients d'influence terrigène (CHEVILLON, 1992 ; DEBENAY, 1985a, 1985b, 1987, 1988 ; MAIKLEM, 1967).

Les sept échantillons bruts sont mis à sécher à l'étuve à 50°C pendant 48 heures. Après les avoir pesés, on sépare la fraction fine (vase) de la fraction sableuse par tamisage humide sur une maille de 0.063 mm. Cette fraction fine sera utilisée pour l'analyse de la teneur des sédiments en carbonates par calcimétrie. A partir de cette analyse, il est possible de déterminer simplement l'origine organogène ou terrigène des sédiments, quand les roches terrestres environnantes ne sont pas calcaires. En outre, une zonation sédimentaire peut-être réalisée sur la base de la teneur en vase et en carbonates des sédiments en se référant aux valeurs et faciès suivants (MAXWELL, 1968 ; FLOOD *et al.*, 1978) :

CaCO ₃ < 20%	: fortement terrigène	vase < 1%	: non-ensasé
20% < CaCO ₃ < 40%	: terrigène	1% < vase < 10%	: faiblement ensasé
40% < CaCO ₃ < 60%	: transition	10% < vase < 20%	: modérément ensasé
60% < CaCO ₃ < 80%	: carbonaté impur	20% < vase < 40%	: fortement ensasé
80% < CaCO ₃ < 90%	: fortement carbonaté	40% < vase < 60%	: très fortement ensasé
90% < CaCO ₃	: carbonaté pur	60% < vase < 80%	: vase dominante
		80% < vase	: vase pure

La fraction restante (fraction sableuse) est remise à sécher, pesée, puis est passée sur une colonne granulométrique composée de 13 tamis de mailles 20, 16, 10, 8, 5, 4, 2.5, 2, 1, 0.5, 0.25, 0.125 et 0.063 mm .

Chaque refus est ensuite pesé. Les poids des refus de chaque tamis sont transformés en pourcentages pondéraux et en pourcentages pondéraux cumulés et sont respectivement utilisés pour la construction d'histogrammes de fréquences et de courbes cumulatives semi-logarithmiques. Les mailles des tamis, portées en abscisses, sont exprimées selon l'échelle universelle phi de KRUMBEIN (1936, 1938) qui correspond à la transformation logarithmique des valeurs en millimètres donnée par la relation :

$$X_{\phi} = - \{ \log_{10}(X_{mm}) / \log_{10}(2) \}$$

On obtient ainsi les valeurs phi suivantes (du plus grossier au plus fin) : - 4.32, - 4, - 3.32, - 3, - 2.32, - 2, - 1.32, - 1, 0, 1, 2, 3 et 3.98 ϕ .

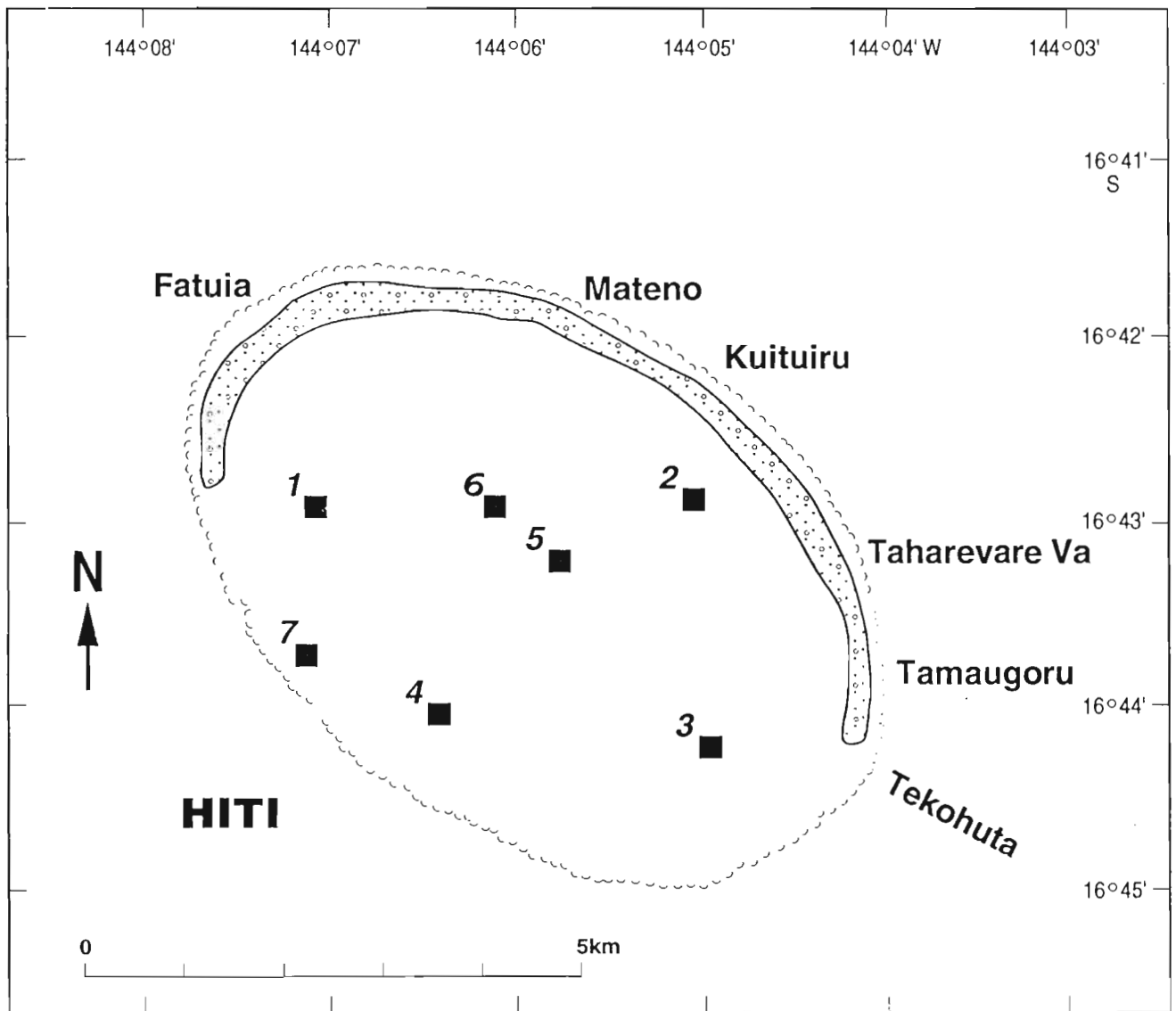


Fig. 2.- Atoll de Hiti : emplacement des sept stations de prélèvement des échantillons sédimentologiques.

Une première série de calculs basés sur les proportions de gravier et du ratio pourcentage de sable sur pourcentage de vase permet de procéder à la classification texturale qui compte au total 15 types texturaux (FOLK, 1954) (Annexe I).

Les courbes cumulatives semi-logarithmiques sont utilisées pour déterminer graphiquement les paramètres de position qui sont l'expression des tailles de particules correspondant aux pourcentages 5 et 95% (percentiles), 16 et 84% (fractiles), 25 et 75% (quartiles), 50% (médiane) et se notent : ϕ_5 , ϕ_{95} , ϕ_{16} , etc. ... Ces paramètres servent au calcul des **indices granulométriques** (en phi) qui sont issus des études statistiques sur la distribution normale (loi de Gauss) et qui visent à comparer la distribution de l'échantillon à cette dernière. Leur formule et leurs significations sont exprimées ci-après.

- la Médiane ou "Phi Median Diameter" (INMAN, 1952) :

$$Md\phi = \phi_{50}$$

- la Taille Moyenne ou "Mean Size" (FOLK & WARD, 1957) :

$$Mz = (\phi_{16} + \phi_{50} + \phi_{84}) / 3$$

Cette formule donne des valeurs plus significatives que celle de la médiane car elle inclus 68% de la distribution. La taille moyenne est un paramètre qui permet de classer simplement les sédiments en se référant à l'échelle fixée par WENTWORTH (1922) et dont les limites, la terminologie et les abréviations correspondantes sont :

Mz < -6	:	galet (GT)
-6 < Mz < -2	:	granule (GN)
-2 < Mz < -1	:	sable très grossier (STG)
-1 < Mz < 0	:	sable grossier (SG)
0 < Mz < 1	:	sable moyen (SM)
1 < Mz < 2	:	sable fin (SF)
2 < Mz < 3	:	sable très fin (STF)
3 < Mz < 3,98	:	vase (VA)

- le **Triage** ou "Inclusive Graphic Standart Deviation" (FOLK & WARD, 1957) :

$$\sigma_i = \{(\phi_{84} - \phi_{16}) / 4\} + \{(\phi_{95} - \phi_5) / 6.6\}$$

Le triage donne une idée de la dispersion des particules dans la distribution des tailles de grains, c'est à dire de l'hétérométrie du sédiment. Il faut considérer que le triage s'améliore avec le transport et caractérise ainsi le degré d'évolution d'un sédiment. Les différents stades du triage, déterminés par FOLK (1954), sont les suivants :

$\sigma_i \leq 0,35$:	très bien trié
0,4 < σ_i < 0,5	:	bien trié
0,5 < σ_i < 0,71	:	modérément bien trié
0,7 < σ_i < 1	:	modérément trié
1 < σ_i < 2	:	mal trié
2 < σ_i < 4	:	très mal trié
4 < σ_i	:	extrêmement mal trié

Ces limites ont ensuite été adaptées aux milieux récifaux par WEYDERT (1971) :

$\sigma_i \leq 0,5$:	extrêmement bien trié (EBT)
0,5 < σ_i < 1,1	:	très bien trié (TBT)
1,1 < σ_i < 1,5	:	bien trié (BT)
1,5 < σ_i < 2	:	mal trié (MT)
2 < σ_i	:	très mal trié (TMT)

- l'**Asymétrie** ou "Skewness" (FOLK & WARD, 1957) :

$$Ski = \{[(\phi_{16} + \phi_{84}) - 2(\phi_{50})] / 2(\phi_{84} - \phi_{16})\} + \{[(\phi_5 + \phi_{95}) - 2(\phi_{50})] / 2(\phi_{95} - \phi_5)\}$$

L'asymétrie permet d'avoir une précision quant à la prédominance de particules fines ou grossières dans l'échantillon. Par exemple, une asymétrie excessivement négative dénote un excès de particules fines (tendance à l'envasement). A l'inverse, une asymétrie très positive est caractéristique d'un excès de particules grossières (zone de production ou tendance au lessivage). Les limites et la nomenclature utilisées sont les suivantes :

-1 < Ski < -0,3	:	asymétrie très négative (AT-)
-0,3 < Ski < -0,1	:	asymétrie négative (A-)
-0,1 < Ski < 0,1	:	symétrie (S)
0,1 < Ski < 0,3	:	asymétrie positive (A+)
0,3 < Ski < 1	:	asymétrie très positive (AT+)

- la Normalité ou "Inclusive Graphic Kurtosis" (FOLK & WARD, 1957) :

$$K_g = (\phi_{95} - \phi_5) / \{2.44 (\phi_{75} - \phi_{25})\}$$

Cet indice mesure le rapport du triage aux extrémités de la distribution avec le triage dans la partie centrale. Il donne une idée de la compétence, de l'efficacité, d'un agent hydrodynamique vis-à-vis de l'échantillon. (agent compétent : forte unimodalité, courbe de fréquence aiguë donc normalité très accusée). Une distribution fortement bimodale aura une normalité très peu accusée.

Les limites proposées par FOLK (1954) sont :

$3 \leq K_g$:	extrêmement accusée (EA)
$1,5 < K_g < 3$:	très accusée (TA)
$1,11 < K_g < 1,5$:	accusée (A)
$0,9 < K_g < 1,11$:	moyennement accusée (MA)
$0,67 < K_g < 0,9$:	peu accusée (PA)
$K_g < 0,67$:	très peu accusée (TPA)

- le Facteur Hydrodynamique (WEYDERT, 1971) :

$$F_h = K_g - D\phi$$

où $D\phi$ désigne le classement ou "Sorting" (KRUMBEIN, 1936) dont la formule est : $D\phi = (\phi_{75} - \phi_{25}) / 2$

Cet indice permet d'appréhender les conditions hydrodynamiques régnant dans le milieu. Les limites proposées par THOMASSIN (*op. cit.*) pour les milieux coralliens sont les suivantes :

$2 \leq F_h$:	très fort (TFo)
$1 < F_h < 2$:	fort (Fo)
$0,5 < F_h < 1$:	moyen (M)
$F_h \approx 0$:	faible (Fa)
$F_h \approx -1$:	très faible (TFa)

Pour cet auteur, les valeurs du facteur hydrodynamique supérieures à 0 correspondent à un sédiment en cours de transport et les valeurs inférieures à 0 à des sédiments en place ou qui seront difficilement remis en mouvement.

L'étude de la biophase sédimentaire a été réalisée selon la technique décrite par MASSE (1968) : dans chaque refus de tamis, au minimum 100 débris sont identifiés et comptés à la loupe binoculaire. A partir de ces données, est calculé pour chaque refus, le pourcentage numéral de chacun des constituants que l'on multiplie par le pourcentage pondéral du refus examiné. La totalisation des résultats donne une idée de la part dévolue à chacun des constituants dans la composition globale du sédiment (Tableau II).

Tableau II.- Méthode de comptage des constituants bioclastiques (selon MASSE, 1968).

Fraction	Poids	Constituants A, B, C ...	
		% numéral	% pondéral
1	P1	A1, B1, C1 ...	P1A1, P1B1, P1C1 ...
2	P2	A2, B2, C2 ...	P2A2, P2B2, P2C2 ...
:	:	:	:
n	Pn	An, Bn, Cn ...	PnAn, PnBn, PnCn ...
Total:		A %, B %, C % ...	$\Sigma (=100\%)$

Les principales catégories d'organismes pouvant participer à l'élaboration des sédiments lagunaires ont été, au départ, déterminées à partir d'études similaires faites en Nouvelle-Calédonie (CHEVILLON, 1992) et sont : les mollusques (avec distinction en bivalves, gastéropodes, ptéropodes, scaphopodes), les foraminifères, les *Halimeda* (articles), les rhodophycées, les bryozoaires, les sclérectiniaires, les ostracodes, les autres crustacés, les échinodermes, les spongiaires (spicules), les alcyonaires (spicules), les polychètes (tubes calcaires) auxquels il

faut ajouter les agrégats, les grains noirs (débris réduits), les grains roux (débris oxydés), les lithoclastes (éléments minéraux terrigènes) et les grains indéterminés.

Un nom de biofaciès est ensuite attribué à chaque échantillon suivant une classification binominale ou trinominale à partir des constituants majeurs. Par exemple, si les deux principaux constituants sont, dans l'ordre, les foraminifères et les mollusques, le biofaciès de l'échantillon concerné sera "FORMOL". En distinguant, entre autres, les différentes catégories de mollusques ou en faisant intervenir un troisième constituant, un sous-faciès peut aussi être déterminé : si au sein des mollusques, les gastéropodes sont en plus grande proportion par rapport aux bivalves, et que les bryozoaires représentent quantitativement le troisième constituant, le sous-faciès pourra être, par exemple, "ForGasBry".

RÉSULTATS

Couleur

La couleur des sédiments est uniforme sur l'ensemble des échantillons prélevés. Elle est décrite, selon le système de MUNSELL, comme : HUE 10YR, VALUE 8 et CHROMA 1.5 (code : 10YR 8/1.5) et correspond à la teinte "white".

Vase et carbonates

A l'exception d'un échantillon (station 7), la teneur en carbonates des sédiments est comprise entre 90.04 et 91.29 % (moyenne : 90.57 %), ce qui correspond au faciès carbonaté pur (Tableau III). Le sédiment de la station 7 a pour sa part une teneur en carbonates légèrement plus faible (88.56 %) qui correspond au faciès fortement carbonaté.

Tableau III.- Teneurs en carbonates et en vase et faciès correspondants.

St.	CaCO ₃ (%)	Faciès Carbonaté	Envasement (%)	Faciès d'Envasement
1	91,29	carbonaté pur	26,03	fortement envasé
2	90,31	carbonaté pur	45,34	très fortement envasé
3	91,24	carbonaté pur	28,89	fortement envasé
4	90,31	carbonaté pur	38,76	fortement envasé
5	90,26	carbonaté pur	30,87	fortement envasé
6	90,04	carbonaté pur	35,84	fortement envasé
7	88,56	fortement carbonaté	5,06	faiblement envasé

L'envasement est relativement important pour l'ensemble du lagon (Tableau III). En effet, est principalement présent le faciès fortement envasé avec des valeurs comprises entre 26.03 et 38.76 % (moyenne : 32.08 %). Deux cas particuliers ressortent de ces résultats : celui de la station 2 dont le pourcentage de vase plus élevé (45.34 %) correspond au faciès très fortement envasé et celui de la station 7 qui, par contre, montre un faciès nettement moins envasé que toutes les autres avec seulement 5.06 % de vase (faciès faiblement envasé). Il est en outre intéressant de constater que l'envasement est fortement contrôlé par la profondeur (Fig. 3).

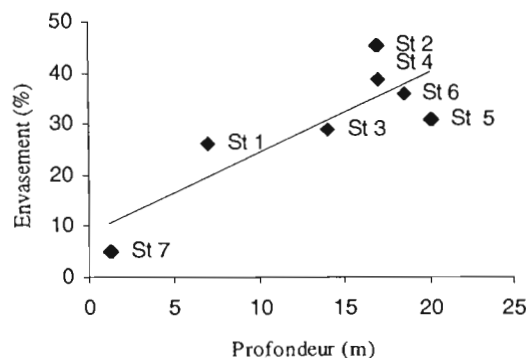


Fig. 3.- Relation entre l'envasement et la profondeur ($r = 0.85$).

La combinaison des faciès carbonatés et d'envasement permet en outre de constater l'existence de 3 sous-faciès : carbonaté pur / fortement envasé, carbonaté pur / très fortement envasé et fortement carbonaté / faiblement envasé. Les sous-faciès d'envasement et de teneur en carbonates offrent peu d'intérêt dans un atoll comme Hiti étant donné les valeurs rencontrées, mais sont très utilisées dans la différenciation des environnements sédimentaires en zones de sédimentations mixtes terrigène / organogène.

Classification Texturale

Parmi les 15 groupes existant dans la classification, 3 seulement sont représentés sur les échantillons sédimentaires du lagon de Hiti : d'une part, les sables légèrement gravelo-vaseux qui sont très majoritairement représentés dans l'ensemble des échantillons (5 échantillons sur 7), d'autre part, on observe deux exceptions : au niveau de la station 1 où la composition texturale est de type gravelo-vaseux et de la station 7 composée de sables beaucoup plus grossiers du type gravier sableux. Les types sédimentaires de chaque station sont présentés au tableau IV.

Tableau IV.- Classification en types sédimentaires (Gr : gravier, Sa : sable, Va : vase).

St.	%Gr	%Sa / %Va	Type sédimentaire
1	5,82	2,62	Sable gravelo-vaseux
2	2,34	1,15	Sable légèrement gravelo-vaseux
3	2,59	2,37	Sable légèrement gravelo-vaseux
4	3,05	1,50	Sable légèrement gravelo-vaseux
5	2,33	2,00	Sable légèrement gravelo-vaseux
6	3,68	1,69	Sable légèrement gravelo-vaseux
7	31,03	12,64	Gravier sableux

Indices granulométriques

Les valeurs de la taille moyenne (Mz) sont essentiellement comprises entre 2.35 et 2.94 ϕ (5 stations sur 7), ce qui correspond à des sables fins (Tableau V). Les deux autres stations présentent des valeurs de taille moyenne correspondant à des sables moyens (St. 1) et à des sables très grossiers (St. 7). Les valeurs de l'indice de triage (σ_i), comprises entre 1.77 et 2.55 ϕ , indiquent des sédiments mal triés (St. 2 à 6), voire très mal triés (St. 1 & 7) (sédiments peu évolués, pas de transfert sédimentaire actif). Il en va de même pour la normalité (Kg) qui est au mieux modérément accusée (St. 7) et le plus souvent peu ou très peu accusée (faible compétence des agents hydrodynamiques vis-à-vis des sédiments considérés). La situation est un peu plus complexe pour l'asymétrie (Ski) et l'on observe trois cas de distributions proches de la symétrie (St. 1, 3 & 5), les autres valeurs de l'asymétrie étant soit négatives (St. 6 & 7), soit très négatives (St. 2 & 4) indiquant une prédominance des particules fines et un niveau d'énergie faible. Enfin, toutes les valeurs du facteur hydrodynamique (Fh) étant voisines de -1 correspondent aussi à un hydrodynamisme très faible.

Tableau V.- Valeurs des indices granulométriques et codes correspondants.

St.	% Va	Mz	σ_i	Kg	Ski	Fh
1	26.03 (Fo)	1.96 (SM)	2.06 (TMT)	0.65 (TPA)	0.08 (S)	-1.23 (TFa)
2	45.33 (TFo)	2.94 (SF)	1.77 (MT)	0.71 (PA)	-0.41 (AT-)	-0.80 (TFa)
3	28.89 (Fo)	2.35 (SF)	1.85 (MT)	0.68 (PA)	0.02 (S)	-0.97 (TFa)
4	38.76 (Fo)	2.77 (SF)	1.83 (MT)	0.73 (PA)	-0.32 (AT-)	-0.80 (TFa)
5	30.87 (Fo)	2.48 (SF)	1.79 (MT)	0.70 (PA)	-0.02 (S)	-0.86 (TFa)
6	35.84 (Fo)	2.62 (SF)	1.84 (MT)	0.75 (PA)	-0.16 (A-)	-0.79 (TFa)
7	5.06 (Fa)	-0.28 (STG)	2.55 (TMT)	0.91 (MA)	-0.26 (A-)	-0.91 (TFa)

La confrontation graphique des indices entre eux (Fig. 4 à 7) ainsi que leurs relations avec la profondeur (Fig. 8 & 9) permettent plusieurs remarques :

- l'existence d'un groupe homogène composé des stations 2 à 6 (Fig. 4, 5, 8, 9 & 10).
- l'apparition de deux stations atypiques (St. 1 & 7) qui se détachent nettement de ce groupe (Fig. 4, 8 & 9).

- la mise en évidence de plusieurs tendances telles qu'une amélioration du triage avec la diminution de la taille moyenne, une amélioration du triage et une diminution de la taille moyenne avec la profondeur, ou une diminution de la taille moyenne avec l'augmentation de l'envasement.

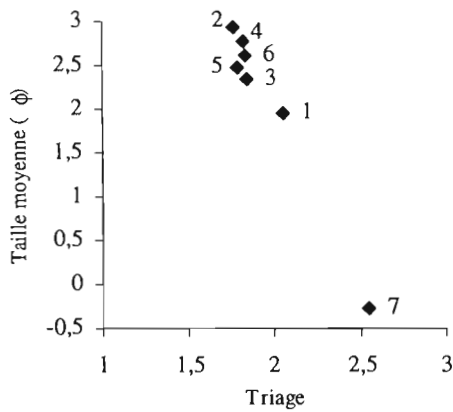


Fig. 4.- Relation entre le triage et la taille moyenne ($r = -0.98$).

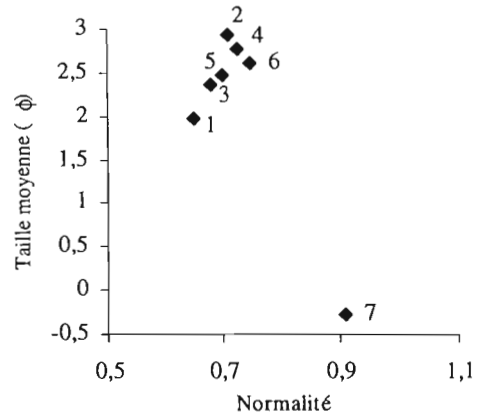


Fig. 5.- Relation entre la normalité et la taille moyenne ($r = -0.80$).

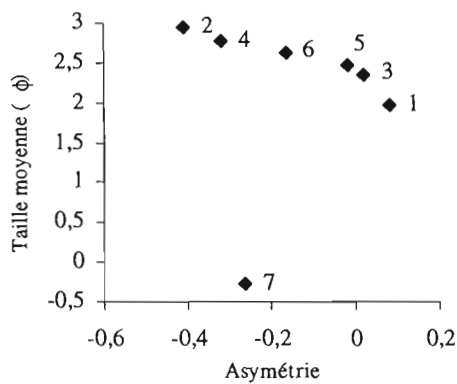


Fig. 6.- Relation entre l'asymétrie et la taille moyenne ($r \approx 0$).

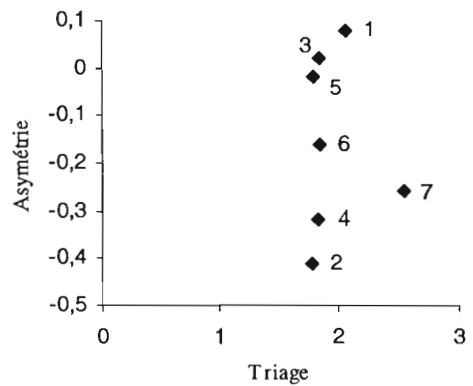


Fig. 7.- Relation entre le triage et l'asymétrie ($r \approx 0$).

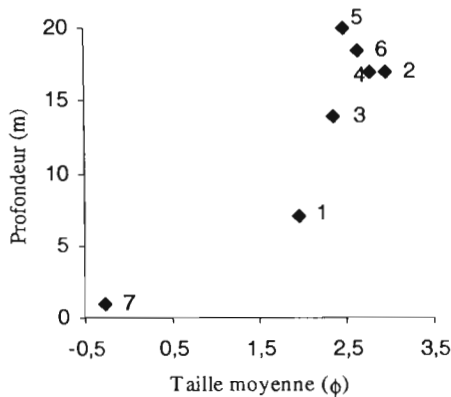


Fig. 8.- Relation entre la bathymétrie et la taille moyenne ($r = 0.89$).

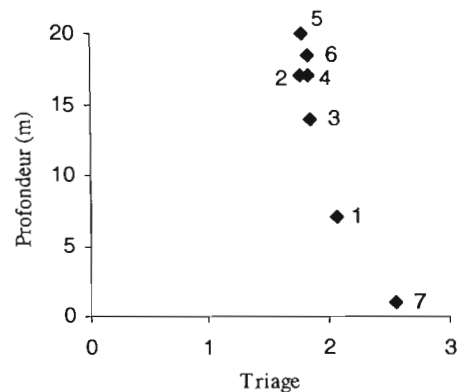


Fig. 9.- Relation entre la bathymétrie et le triage ($r = -0.94$).

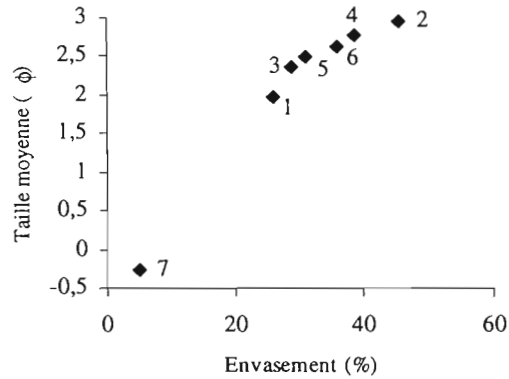


Fig. 10.- Relation entre l'envasement et la taille moyenne ($r = 0.96$).

Les poids des refus de tamis obtenus, les pourcentages pondéraux et les pourcentages pondéraux cumulés, ainsi que les histogrammes de fréquence et les courbes cumulatives semi-logarithmiques qui ont servi au calcul des indices sont présentés en annexe (Annexes II, III, IV & V).

Composition de la biophase

Pour le lagon de Hiti pris dans son ensemble, ce sont les mollusques qui, tous groupes confondus, prédominent dans la constitution de la biophase sédimentaire puisqu'ils représentent en moyenne 18.32% des constituants du sédiment (Fig. 11 & Tableau VI). Parmi les mollusques, ce sont les bivalves qui représentent la plus grande proportion avec 8.22%, les gastéropodes ne contribuant qu'à 5.57%. Juste après les mollusques, viennent les foraminifères (16.24%). Avec des pourcentages bien moins importants, on trouve ensuite les madréporaires (5.04%), les bryozoaires (4.36%) puis, dans de plus faibles proportions, les rhodophycées (1.28%), les tubes calcaires (1.27%) et les crustacés (1.13%). Ont été regroupés sous l'appellation "autres" les constituants présents à moins de 1% au sein de la biophase : les échinodermes, les crustacés ostracodes et les spongiaires.

Il est à noter l'importance relative des agrégats avec une valeur moyenne de 13,36% sur l'ensemble du lagon et une répartition plutôt axée sur la partie centrale du lagon (St. 1,3,5 & 6). Nous noterons aussi la proportion non négligeable des débris indéterminés (29.11%), notamment dans les fractions les plus fines (< 1mm) où il devient de plus en plus difficile de déterminer avec certitude l'origine des grains.

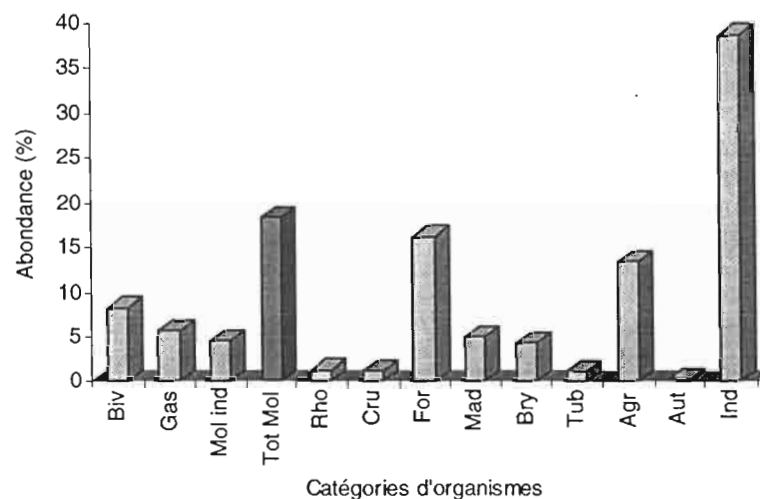


Fig. 11.- Composition moyenne de la biophase sédimentaire du lagon de Hiti ($n = 7$) (Biv : mollusques bivalves ; Gas : mollusques gastéropodes ; Pte : mollusques ptéropodes ; Mol ind : mollusques indifférenciés ; Tot mol : total mollusques ; For : foraminifères ; Mad : madréporaires ; Bry : bryozoaires ; Rho : rhodophycées ; Cru : crustacés ; Tub : Tubes calcaires ; Agr : agrégats ; Aut : autres ; Ind : débris indéterminés).

L'agencement quantitatif des principaux constituants met en évidence trois biofaciès différents : MOLFOR, FORMOL et MADFOR. C'est l'association mollusques-foraminifères qui est la plus observée et notamment le faciès MOLFOR puisqu'il caractérise 4 des 7 stations (St. 1, 2, 5 & 6), les stations 3 et 4 ayant un biofaciès montrant une prédominance des foraminifères sur les mollusques (FORMOL). Seuls les fonds de la station 7 sont essentiellement composés de madréporaires et donnent un faciès MADFOR.

La détermination des sous-faciès permet de constater que parmi les mollusques, ce sont les bivalves qui prédominent sur les gastéropodes dans la majorité des cas (ForBivGas, ForBivBry, MadForBiv), excepté au niveau des stations 2 et 4 où ce sont les gastéropodes qui ont la plus forte densité (ForGasBiv). En ce qui concerne le lagon pris dans son ensemble, le biofaciès représenté est MOLFOR avec un sous-faciès ForBivGas.

Tableau VI.- Composition en constituants biogènes de chaque station.
Biofaciès et sous-faciès correspondants.

	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7	Lagon
Bivalves	7,59	6,73	6,91	5,33	11,72	10,14	9,15	8,22
Gastéropodes	5,55	7,57	5,00	6,96	4,74	5,21	3,96	5,57
Mollusques ind.	9,13	6,23	2,16	2,74	4,36	3,88	3,19	4,53
Tot. Mollusques	22,28	20,52	14,06	15,03	20,83	19,23	16,30	18,32
Rhodophycées	0,98	6,63	0,22	0,24	0,03	0,14	0,75	1,28
Crustacés	1,01	1,18	1,65	1,95	0,90	0,97	0,25	1,13
Foraminifères	12,88	15,22	17,16	16,19	15,01	18,12	19,09	16,24
Madréporaires	2,97	1,35	0,04	0,42	0,95	1,18	28,33	5,04
Bryozoaires	4,65	3,00	2,78	6,86	4,49	5,67	3,10	4,36
 Tubes calcaires	0,28	1,52	3,77	1,08	0,16	1,97	0,09	1,27
Agrégats	36,31	6,19	25,82	10,59	10,30	3,71	0,62	13,36
Autres	0,02	0,10	0,20	0,07	0	0,80	0,85	0,29
Indéterminés	18,61	44,27	34,28	47,58	47,33	48,22	30,63	38,70
FACIÈS	MOLFOR ¹	MOLFOR ²	FORMOL ¹	FORMOL ²	MOLFOR ²	MOLFOR ²	MADFOR ²	MOLFOR ²
SOUS-FACIÈS	ForBivGas	ForGasBiv	ForBivGas	ForGasBiv	ForBivGas	ForBivBry	MadForBiv	ForBivGas

(1) : à fort pourcentage d'agrégats et d'indéterminés

(2) : à fort pourcentage d'indéterminés

DISCUSSION

Texture et granulométrie

Un des faits les plus marquants qui ressort de l'étude des sédiments du lagon de Hiti est l'homogénéité de sa structure sédimentaire. En effet, les sédiments sont exclusivement de couleur blanche et, à l'exception d'une ou deux stations, il s'agit toujours de sables fins mal triés, à la normalité peu accusée et fortement envasés. La classification en types texturaux conforte cette homogénéité puisque l'essentiel des sédiments est du type sable légèrement gravelo-vaseux.

La couleur blanche du sédiment est en général caractéristique d'une sédimentation exclusivement organogène. En effet les différentes teintes (brun, rouge, olive, gris foncé, gris clair, jaune) que prennent les sédiments en milieu lagonaire sont la plupart du temps liées à des gradients d'influence terrigène et sont imputables, entre autres, aux oxydes de fer d'origine continentale (CHEVILLON, 1992; DEBENAY, 1985a). Ce résultat était prévisible puisque nous sommes en présence d'un atoll, autrement dit d'une structure récifale et océanique sans terres émergées de type continental et sans réseau hydrographique. Les seules parties émergées de l'atoll sont les récifs et la langue sableuse, toutes deux d'origine organogène. En outre, la couleur exclusivement blanche de nos échantillons dénote l'absence de milieu réducteur (sédiment de couleur grise à noire). Ceci a également été observé en Nouvelle-Calédonie dans le lagon des Chesterfield (CHEVILLON & CLAVIER, 1990) et dans celui d'Ouvéa (CHEVILLON, 1995). L'absence d'apport terrigène est d'ailleurs confirmée par les teneurs en carbonates des échantillons, jamais inférieures à 88 %, qui correspondent quasiment toutes à des faciès carbonatés purs. Les faciès indicateurs d'influence continentale (fortement terrigène, terrigène et transition carbonaté/terrigené) sont

effectivement tous absents de ce lagon. Les 8 à 12% de matériel non-carbonaté sont attribuables au matériel silico-bioclastique et organique (spicules de spongiaires, frustules de diatomées, radiolaires, cyanophycées, dinoflagellées, exuvies de crustacés amphipodes ...) (CHEVILLON, 1992, 1995).

L'envasement du lagon est en général important - il correspond aux faciès des sédiments fortement à très fortement envasés (> 26%) - ce qui indique un hydrodynamisme globalement peu important (pas de lessivage). La station la moins envasée (5%, faiblement envasée) est située sur la couronne récifale (St. 7) et à très faible profondeur (-1m). Elle subit donc plus facilement et plus souvent l'action de la houle et des vagues, générées par les vents dominants, qui viennent se briser et déferler par dessus le récif, provoquant un lessivage des parties fines de son sédiment. La station la plus envasée (45%) est la plus proche de l'île (St. 2) qui la protège des agents hydrodynamiques dus aux vents dominants (vents du sud-est). C'est une situation qui, du fait de la présence de cette barrière physique sous le vent, offre des conditions propices à l'accumulation des particules fines comme cela a déjà été observé dans le lagon de l'atoll d'Ouvéa (CHEVILLON, 1995). Si la station la plus envasée n'est pas la plus profonde (17m), il existe pourtant une corrélation linéaire positive assez forte ($r = 0.85$) entre la bathymétrie et l'envasement (Fig. 3). Il est donc probable que le schéma de distribution de l'envasement soit contrôlé par l'interaction de plusieurs facteurs tels que la géomorphologie (platier récifale, plaine, zone littorale), la bathymétrie et l'exposition aux vents dominants. On trouve ainsi des zones peu profondes et très exposées (St. 7, proximité du platier récifal), des zones assez profondes et très protégées (St. 2, proximité de la zone littorale), des zones moins abritées au sein desquelles la distinction se fait sur la base de la profondeur (St. 1 & 3, St. 4, 5 & 6, plaine lagonaire).

Les valeurs des indices granulométriques ont montré que, pour l'essentiel (St. 2 à 6), les fonds du lagon étaient constitués de sables fins mal triés à la normalité peu accusée. Ces caractéristiques et l'absence de sédiments grossiers bien triés (lessivés) ou fins bien triés (transportés, évolués), à la normalité accusée (forte compétence des agents hydrodynamiques - transport actif) et à l'asymétrie positive (excès de particules grossières - zones de haute énergie), montrent bien que les conditions hydrodynamiques de ce lagon sont très modérées. Ceci concorde bien avec les éléments avancés dans la discussion de l'envasement et est confirmé par les valeurs du facteur hydrodynamique toujours faibles. Il s'agit là de sédiments peu évolués, en place et peu susceptibles d'être remis en mouvement par les agents hydrodynamiques locaux.

La confrontation graphique des indices granulométriques (Fig. 4 à 7) et leur relation avec l'envasement ou la profondeur (Fig. 8 à 10) montrent d'une part, qu'il existe un groupe formé par les stations 2, 3, 4, 5 et 6, bien homogène du point de vue de la taille moyenne, du triage et de la normalité (Fig. 4 & 5), un peu moins du point de vue de l'asymétrie (Fig. 6) et d'autre part, que deux stations se détachent du groupe : la station 7 (Fig. 4 à 10) et la station 1 (Fig. 4, 8 & 9). Ces deux dernières correspondent aux sédiments qui sont, relativement, les plus grossiers et les plus mal triés.

La station 7 est un sable très grossier, très mal trié qui correspond donc probablement à une zone de forte production sédimentaire. Du fait de sa faible profondeur et de sa situation proche de la couronne récifale, elle subit un lessivage qui, étant donné la faible intensité de l'hydrodynamisme, ne s'adresse qu'aux fractions les plus fines du sédiment. En effet, si la teneur en vase est faible (5.06%), la normalité n'est que modérément accusée et l'asymétrie reste négative. Cette station caractérise toutefois la zone de plus forte énergie rencontrée à travers nos échantillons.

Le groupe matérialisé par les stations 2 à 6 doit être considéré comme représentatif de la plaine lagonaire proprement dite et des conditions hydrodynamiques qui y prévalent déjà exposées au paragraphe précédent. Seules les valeurs de l'asymétrie (Fig. 6) permettent de distinguer au sein du groupe les échantillons à distribution quasi-symétrique qui correspondraient au sédiment en place (produit *in situ*, non déplacé et sans apports exogènes) et ceux à distribution à asymétrie négative ou très négative qui correspondraient à des sédiments mixtes résultants du dépôt de particules fines allochtones (issues des zones périphériques exposées aux vents dominants - couronne récifale) sur le sédiment en place (zone de mélange).

La station 1 correspond quant à elle à une zone de transition : elle montre des sédiments un peu moins grossiers que ceux de la station 7 (sables moyens), encore très mal triés mais à la normalité qui devient très peu accusée. Les fonds de cette station se trouvent être fortement envasés mais, comparativement au groupe des stations 2 à 6, elle présente un pourcentage de vase moindre (26%). Cette station se distingue en fait surtout sur la base de sa profondeur intermédiaire entre les fonds de la plaine (≈ 20 m) et le platier récifal.

Comme le montre la figure 8, il existe une relation directe entre la bathymétrie et la taille moyenne des grains ($r = 0.89$) : plus les sédiments se trouvent en profondeur, plus ils tendent vers une taille moyenne petite. D'autre part, cette taille moyenne est également contrôlée par l'envasement : $r = 0.96$ (Fig. 10), ce qu'il faut

attribuer à l'éloignement des zones de haute énergie (platier, petits fonds) productrices de débris grossiers. La conjonction de ces deux phénomènes se traduisant par une tendance à l'envasement au fur et à mesure que la profondeur augmente.

Biophase sédimentaire

Globalement, le sédiment du lagon est essentiellement composé par les mollusques et les foraminifères. La classification en biofaciès nous montre en plus que les mollusques et les foraminifères (biofaciès MOLFOR & FORMOL) sont ubiquistes alors que la répartition des madréporaires est limitée au platier de la couronne récifale (St. 7 : MADFOR). Les madréporaires contribuent donc faiblement à la production de sédiment dans la plaine lagonaire : ceci est dû au fait qu'ils constituent un matériel ayant un faible pouvoir de dispersion (faible taux de croissance, densité importante, formes peu hydrodynamiques ...) et restent localisés de ce fait sur les zones de production.

Des différents sous-faciès représentés, il se dégage essentiellement que ce sont en général les bivalves qui prédominent sur les gastéropodes au sein des mollusques (St. 1, 3 & 5 : ForBivGas, St. 6 : ForBivBry, St. 7 : MadForBiv). Il est intéressant de constater par ailleurs que les zones où cette situation s'inverse (St. 2 & 4 : ForGasBiv) - c'est à dire avec une prédominance des gastéropodes sur les bivalves - correspondent également aux zones les plus envasées (45.33% et 38.76%). Il s'avère en outre que les gastéropodes observés dans les échantillons de ces deux stations sont essentiellement des cérithidés : il s'agit là d'un faciès particulier et reconnu, le faciès des vases à cérithes et turitelles, qui correspond à une phase biosomatique.

La formation d'agrégats nécessite des conditions hydrodynamiques et géochimiques particulières qu'il serait intéressant de déterminer ici du fait de la forte proportion observée dans nos échantillons (jusqu'à 36%). Le temps imparti pour ce travail n'a pas permis d'apporter des éclaircissements sur ce point qui est encore en cours d'investigation.

Enfin, le pourcentage élevé de débris indéterminés est surtout dû au fait que les débris des échantillons analysés étaient souvent très altérés. Ceci est en général fortement lié aux agents hydrodynamiques et les grains sont alors plus ou moins usés. Ce n'est pas le cas ici où les grains sont frais et présentent des cassures anguleuses dénotant plutôt des processus biologiques et chimiques (bioérosion) que des processus physiques (usure par des agents hydrodynamiques qui les roule). Par ailleurs, il est envisageable de considérer que la fraction de débris indéterminés soit composée des mêmes constituants que ceux de la partie identifiée et ce, dans les mêmes proportions, c'est à dire 18% de mollusques, 16% de foraminifères, 5% de madréporaires, 4% de bryozoaires, etc. ...

CONCLUSION

L'ensemble du lagon de Hiti présente une structure sédimentaire très homogène mise en évidence par l'étude de plusieurs facteurs tels que la couleur, la teneur en carbonates et en vases, la texture, les différents indices granulométriques et même par la composition de la biophase. En effet, tous les échantillons prélevés présentent des sédiments de couleur blanche, ils ont tous une teneur en carbonates très élevée (88% au minimum) caractéristique des milieux récifaux océaniques composés de sédiments exclusivement organogènes dépourvus d'apports terrigènes et sont en général fortement envasés. De plus, seuls 3 types sédimentaires (sable gravo-vaseux, sable légèrement gravo-vaseux, gravier sableux) ont été mis en évidence alors qu'il en existe 15 dans la classification utilisée. Enfin, seulement 3 biofaciès suffisent à décrire les échantillons du lagon (MOLFOR, FORMOL et MADFOR). Les indices sédimentologiques indiquent qu'il s'agit essentiellement de sédiment en place, peu évolués et peu susceptibles d'être remis en mouvement par les conditions hydrodynamiques régnautes. Outre le fort envasement général du lagon, les valeurs des indices (sables fins mal triés, normalité peu accusée, absence d'asymétrie positive et facteur hydrodynamique très faible) montrent qu'il n'existe pas de zone à haute énergie et que l'hydrodynamisme du lagon est toujours modéré. En effet la zone de plus fort hydrodynamisme ne présente qu'une normalité modérément accusée et une asymétrie négative traduisant un excès de particules fines malgré un certain lessivage. Malgré le nombre réduit d'échantillons disponibles, nous proposons le modèle de zonation suivant : (1) une unité périphérique (couronne récifale) correspondant à une aire de production de sédiment grossier (sables très grossiers, gravier sableux très mal trié) subissant un lessivage mais qui ne s'adresse qu'aux fractions les plus fines (5.06% de vase) sous l'action des vagues déferlant sur le récif (faible profondeur et exposition aux vents dominants) ; (2) une unité sous influence côtière (protégée des vents dominants, barrière physique de la frange côtière bloquant le transfert sédimentaire) correspondant à une zone d'accumulation des fractions fines lessivées par ailleurs (sables fins, envasement très fort, mauvais triage, normalité peu accusée, asymé-

trie très négative) et de mélange avec le sédiment en place ; (3) une unité lagonaire proprement dite correspondant à des sédiments *in-situ* (distribution symétrique) ou mixtes (asymétrie négative ou très négative), c'est à dire subissant ça et là des apports (restreints) de particules fines lessivées à la périphérie. La biophase sédimentaire montre une prédominance des mollusques (18.32%), qui sont d'ailleurs plutôt représentés par les bivalves (8.22%), et des foraminifères (16.24%). Les madréporaires ne constituent que 5.04% de cette biophase de fonds paradoxalement dits "coralliens".

REMERCIEMENTS

Ce stage de deux mois à l'ORSTOM de Nouméa a été pour moi une expérience très enrichissante. Il m'a permis, d'une part, d'être confronté au monde de la recherche au sein d'un organisme de renommée, et d'autre part, d'acquérir de nouvelles connaissances (biosédimentologie, saisie informatique, analyse de données, rédaction d'un rapport sous forme d'un article scientifique ...).

Je tiens donc à remercier tous ceux qui, d'une façon ou d'une autre, m'ont permis de réaliser ce stage et parmi eux, tout spécialement Claire Garrigue qui en a été le point de départ, ainsi que Pierre Labrosse qui m'a accueilli et guidé à mon arrivée en Nouvelle-Calédonie et Bertrand Richer de Forges avec qui il était initialement prévu que je suive mon stage. Enfin, je suis tout particulièrement reconnaissant à Christophe Chevillon qui a su me diriger et me conseiller pendant ces deux mois avec toujours la même patience.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BERTHOIS L., 1975.- *Les roches sédimentaires. Etude sédimentologique des roches meubles (techniques et méthodes)*. Doin, Paris : 278 p.
- CHARDY P., CHEVILLON C., CLAVIER J., 1988.- Major Benthic communities of south-west lagoon of New-Caledonia. *Coral Reefs*, **7** : 69-75.
- CHEVILLON C., 1992.- Biosédimentologie du Grand Lagon Nord de la Nouvelle-Calédonie. *Etudes & Thèses*, ORSTOM (Ed.), Paris : 224 p.
- CHEVILLON C., 1995.- Texture, granulométrie et composition bioclastique des sédiments actuels de l'atoll d'Ouvéa (Iles Loyauté, Nouvelle-Calédonie), *In* : B. RICHER de FORGES (Ed.), Les fonds meubles des lagons de Nouvelle-Calédonie (Sédimentologie, Benthos). *Etudes et Thèses*, Vol. **2**, ORSTOM, Paris : 7-43.
- CHEVILLON C., CLAVIER J., 1988.- Sedimentological structure of the northern lagoon of New-Caledonia. *Proc. 6th Int. Coral Reefs Symp.*, Townsville, Vol. **3** : 425-430.
- CHEVILLON C., CLAVIER J., 1990.- Résultats préliminaires sur la sédimentologie du lagon des îles Chesterfield (Nouvelle-Calédonie). *Proc. 8th Int. Soc. for Reef Studies Congress (ISRS)*, Noumea (New Caledonia) : 173-178.
- DEBENAY J.P., 1985a.- *Recherches sur la sédimentation actuelle et les thanatocoénoses des Foraminifères de grande taille dans le lagon sud-ouest et sur la marge insulaire sud de Nouvelle-Calédonie*. Thèse Doct., Univ. Aix Marseille II, 200 p. + annexes.
- DEBENAY J.P., 1985b.- 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., 1987.- Sedimentology in the Southwestern Lagoon of New-Caledonia, SW Pacific. *Journ. Coast. Res.*, **3** (1) : 77-91.

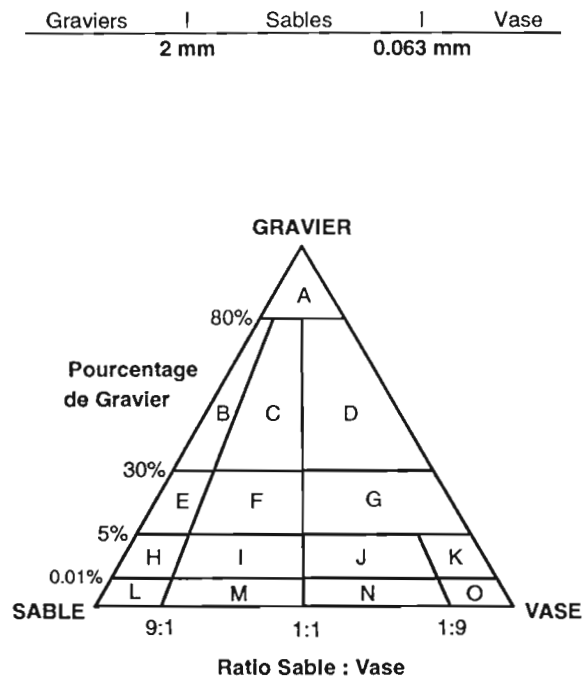
- DEBENAY J.P., 1988.- Dynamique sédimentaire au débouché de la baie de Prony (Nouvelle-Calédonie) : dispersion des lutites et des tests d'un foraminifère: *Opercula barischi* (Cushman). *Rev. Paléobiol.*, Vol. Spéc. 2 : 765-770.
- FLOOD P.G., SCOFFIN T.P., 1978.- Reefal sediments of the northern Great Barrier Reef. *Phil. Trans. R. Soc. Lond.*, A, 29 : 5-71.
- FOLK R.L., 1954.- *Petrology of sedimentary rocks*. Austin, Hemphill's, 154 p.
- FOLK R.L., WARD W.C., 1957.- Brazos river bar : a study of significance of grain size parameters. *Journ. Sedim. Petrol.*, 27 : 3-26.
- INMAN D.L., 1952.- Measures for describing the size distribution of sediments. *Journ. Sedim. Petrol.*, 2(3) : 125-145.
- KRUMBEIN W.C., 1936.- Application of logarithmic moments to size frequency distribution of sediments. *Jour. Sedim. Petrol.*, 6 : 35-47.
- KRUMBEIN W.C., 1938.- Size frequency distributions and the normal phi curve. *Jour. Sedim. Petrol.*, 8 (3) : 84-90.
- MAKLEM W. R., 1967.- Black and brown speckled foraminiferal sand from the southern part of the Great Barrier Reef. *Journ. Sedim. Petrol.*, 37 (4) : 1023-1030.
- MASSE J.P., 1968.- Contribution à l'étude des sédiments actuels du plateau continental de la région de Dakar (République du Sénégal). *Rapp. Lab. Géol. Fac. Sciences n°23*, Dakar, 81 p.
- MAXWELL W. G. H., 1968.- *Atlas of the Great Barrier Reef*. Elsv. publ. Comp., Amsterdam, London, New-York : 258 p.
- SALVAT B., 1964.- Prospections faunistiques en Nouvelle-Calédonie dans le cadre de la mission d'étude des récifs coralliens. *Cah. Pac.*, 6 : 77-119.
- SMITHERS S.G., 1994.- Sediment facies of the Cocos (Keeling) Islands Lagoon, *In* : *Atoll Research bulletin*, N°407. National Museum of Natural History, Washington : 34 p.
- THOMASSIN B.A., COUDRAY J., 1981.- Presence of wide hardgrounds areas in lagoonal bottoms of the coral reef complex of Nouméa (SW New Caledonia). *Proc. 4th Coral Reefs Symp.*, Manila, 1 : 511-522.
- WENWORTH C.K., 1922.- A scale of grad and class terms for clastic sediments. *Journ. Sedim. Petrol.*, 30 : 377-392.
- WEYDERT P., 1971.- Sédimentologie et hydrodynamique d'un coupe de la partie médiane du grand récif de Tuléar (SW Madagascar). *Tethys*, suppl. 1 : 237-280.
- WEYDERT P., 1976.- Manuel de sédimentologie et d'arénologie : principe, définition, méthodes d'interprétation et critiques du protocole d'analyse des sédiments par tamisages. *Pub. Lab. Sédim. Mar. Luminy*, Marseille : 61 p.
- WIENS H.J., 1962.- *Atoll environment and ecology*. Yale Univesity Press, New Haven & London : 532 p.

ANNEXES

Annexe I : Classification texturale	19
Annexe II : Poids des refus de tamis	20
Annexe III : Pourcentages pondéraux	21
Annexe IV : Pourcentages pondéraux cumulés.....	21
Annexe V : Histogrammes de fréquence et courbes cumulatives semi-logarithmiques.....	22
Annexe VI : Modèle de fiche de comptage.....	22
Annexe VII : Exemples de constituants biogènes d'échantillons sédimentaires.....	23
Annexe VIII : Exemples de foraminifères	24

Annexe I : Classification texturale (FOLK, 1954)

CLASSES GRANULOMETRIQUES MAJEURES (Wentworth, 1922)



- A** Gravier
- B** Gravier sableux
- C** Gravier sablo-vaseux
- D** Gravier vaseux
- E** Sable graveleux
- F** Sable gravelo-vaseux
- G** Vase graveleuse
- H** Sable légèrement graveleux
- I** Sable légèrement gravelo-vaseux
- J** Vase légèrement gravelo-sableuse
- K** Vase légèrement graveleuse
- L** Sable
- M** Sable vaseux
- N** Vase sableuse
- O** Vase

Annexe II : Poids des refus de tamis (en g)

St.	P. Tot.	Maille des Tamis (en mm)												
		20	16	10	8	5	4	2,5	2	1	0,5	0,25	0,125	0,063
1	298,40	1,89	0	0	0	2,75	1,85	7,06	5,69	41,40	56,66	44,49	36,97	23,87
2	475,60	0	0	0	0	2,04	2,28	4,14	2,66	21,01	57,87	69,40	62,07	38,52
3	403,53	0	0	0	0	2,02	0,87	4,34	3,22	26,25	76,75	74,87	59,22	39,41
4	323,48	0	0	0	0	2,41	1,25	3,61	2,60	17,60	40,78	45,14	43,17	41,55
5	384,17	0	0	0	0,22	1,09	1,17	3,90	2,57	19,22	62,10	74,86	66,04	34,40
6	413,44	0	0	0	0	3,48	2,15	6,22	3,35	20,57	51,59	70,73	67,20	39,97
7	355,62	0	27,66	27,94	9,98	18,62	6,30	14,45	5,40	31,60	82,57	74,52	33,42	5,17

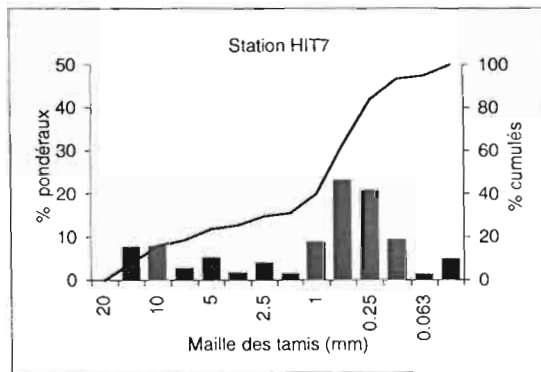
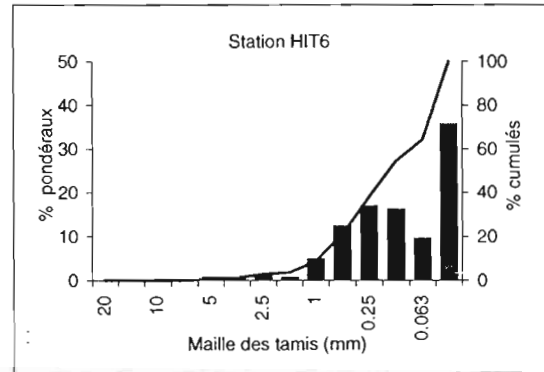
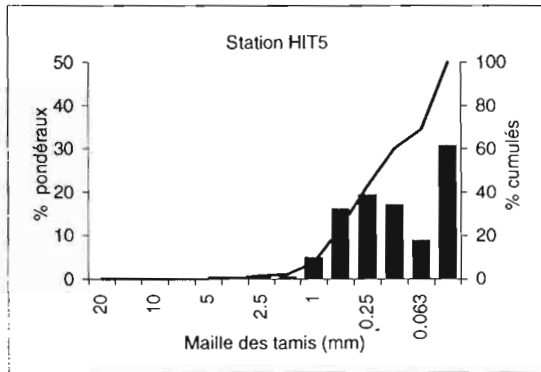
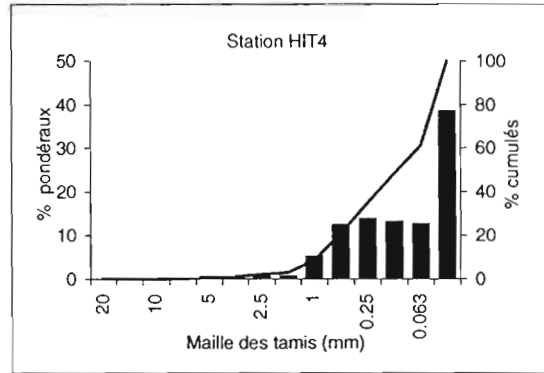
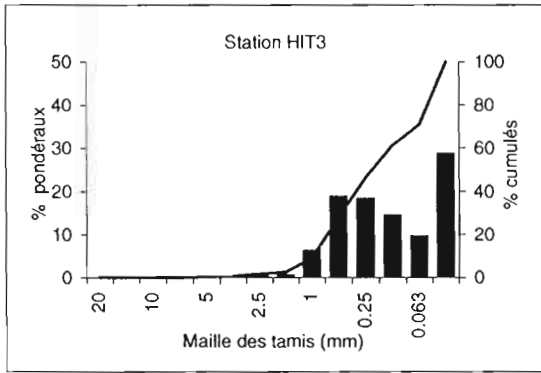
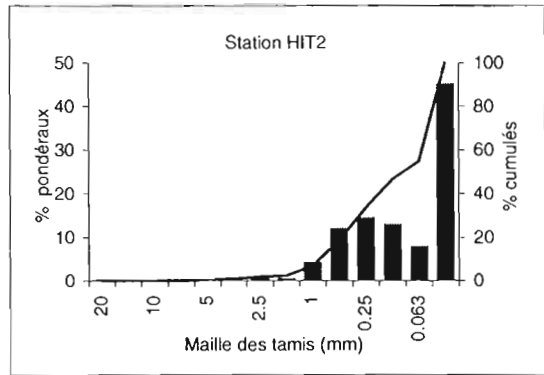
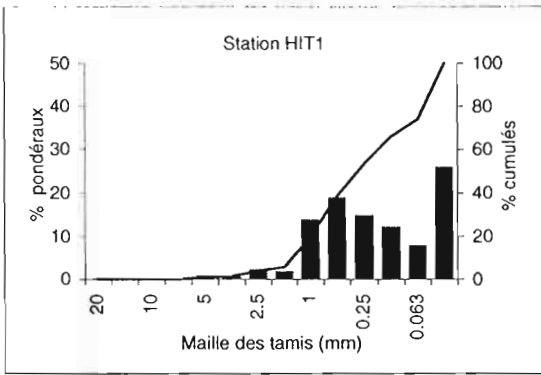
Annexe III : Pourcentages pondéraux

ST.	Maille des Tamis (en mm)														0
	20	16	10	8	5	4	2,5	2	1	0,5	0,25	0,125	0,063		
1	0	0	0	0	0,92	0,62	2,37	1,91	13,87	18,99	14,91	12,39	8,00	26,03	
2	0	0	0	0	0,43	0,48	0,87	0,56	4,42	12,17	14,59	13,05	8,10	45,34	
3	0	0	0	0	0,50	0,22	1,08	0,80	6,51	19,02	18,55	14,68	9,77	28,89	
4	0	0	0	0	0,75	0,39	1,12	0,80	5,44	12,61	13,95	13,35	12,85	38,76	
5	0	0	0	0,06	0,28	0,31	1,02	0,67	5,00	16,17	19,49	17,19	8,95	30,87	
6	0	0	0	0	0,84	0,52	1,50	0,81	4,98	12,48	17,11	16,25	9,67	35,84	
7	0	7,78	7,86	2,81	5,24	1,77	4,06	1,52	8,89	23,22	20,96	9,40	1,45	5,06	

Annexe IV : Pourcentages pondéraux cumulés

St.	Maille des Tamis (en mm)														0
	20	16	10	8	5	4	2,5	2	1	0,5	0,25	0,125	0,063		
1	0	0	0	0	0,92	1,54	3,91	5,82	19,69	38,68	53,59	65,98	73,98	100	
2	0	0	0	0	0,43	0,91	1,78	2,34	6,76	18,92	33,52	46,57	54,67	100	
3	0	0	0	0	0,50	0,72	1,79	2,59	9,10	28,12	46,67	61,35	71,11	100	
4	0	0	0	0	0,75	1,13	2,25	3,05	8,49	21,10	35,05	48,40	61,24	100	
5	0	0	0	0,06	0,34	0,65	1,66	2,33	7,33	23,50	42,98	60,17	69,13	100	
6	0	0	0	0	0,84	1,36	2,87	3,68	8,65	21,13	38,24	54,49	64,16	100	
7	0	7,78	15,64	18,44	23,68	25,45	29,51	31,03	39,92	63,14	84,09	93,49	94,94	100	

Annexe V : Histogrammes de fréquence et courbes cumulatives semi-logarithmiques



Région : PF

FICHE DE COMPTAGE

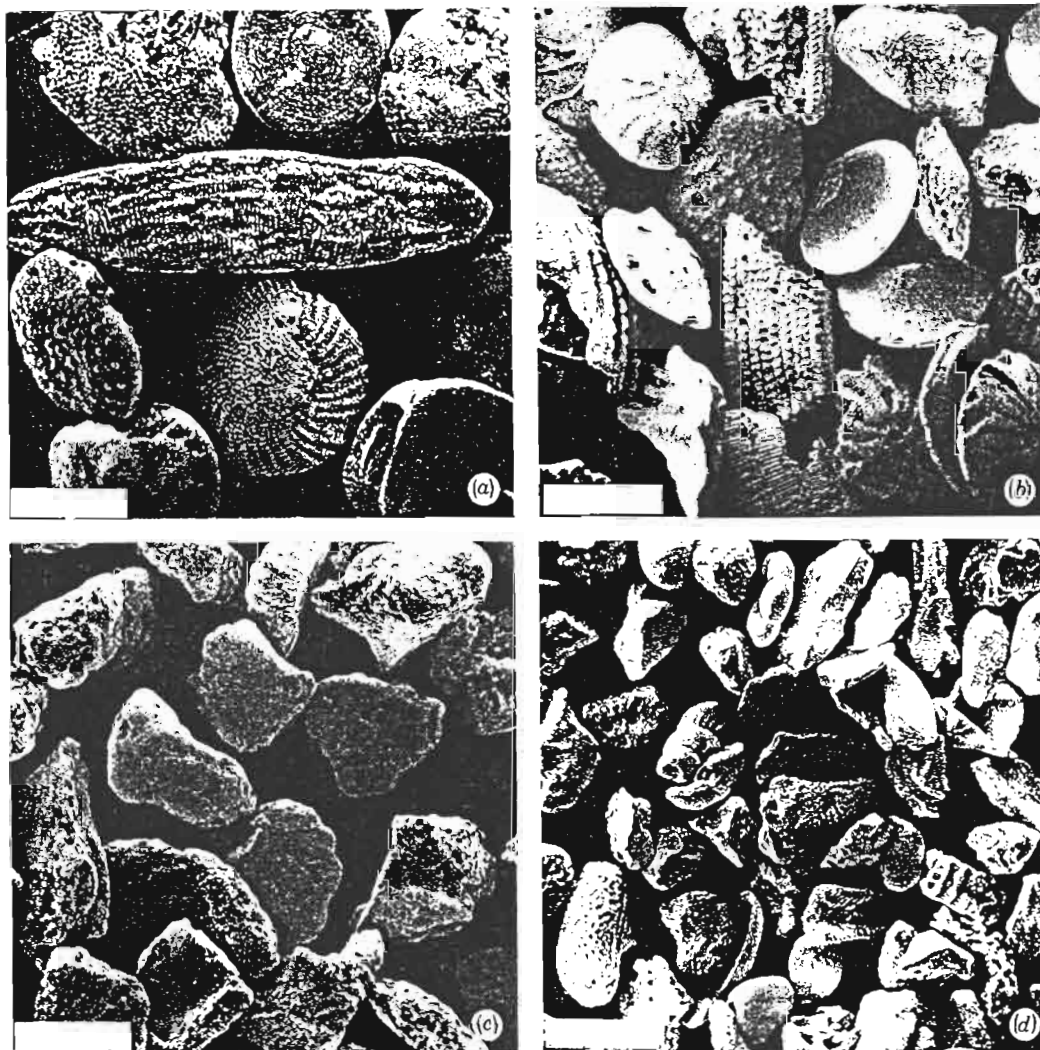
(BIOCL_4.XLS)

St n° : HU14

Date : 19-04-96

Refus -> (Colonne complète)	20 mm	16 mm	10 mm	8 mm	5 mm	4 mm	2.5 mm	2 mm	1 mm	0.5 mm	0.25 mm	0.125 mm	0.063 mm	TOTAL
% Pondéral ->	/	/	/	/										
Bivalves					⊗ ⊗	⊗ ⊗	⊗ ⊗ ⊗ ⊗	⊗ ⊗ ⊗	⊗ ⊗	⊗	⊗	⊗		
Gastéropodes						⊗	⊗ ⊗ ⊗	⊗ ⊗	⊗ ⊗ ⊗	⊗	⊗	⊗		
Scaphopodes														
Ptéro-podes														
Mollusques							⊗ ⊗	⊗ ⊗	⊗ ⊗		⊗	⊗ ⊗ ⊗	⊗	
Foraminifères							⊗	⊗	⊗	⊗ ⊗	⊗ ⊗ ⊗	⊗ ⊗	⊗	
Madréporaires						⊗	⊗ ⊗	⊗			⊗ ⊗ ⊗	⊗ ⊗	⊗	
Tubipora														
Bryozoaires									⊗		⊗ ⊗	⊗		
Rhodophycées					⊗	⊗	⊗							
Halimeda														
Algues Calcaires														
Echinodermes														
Ostracodes														
Crustacés								⊗	⊗	⊗	⊗	⊗		
Alcyonnaires														
Spongiaires														
Tubes calcaires										⊗	⊗			
Débris réduits														
Débris oxydés														
Grains verts														
Agrégats									⊗ ⊗	⊗ ⊗ ⊗	⊗			
Lithoclastes							⊗ ⊗	⊗ ⊗	⊗ ⊗ ⊗	⊗ ⊗	⊗ ⊗	⊗ ⊗ ⊗	⊗ ⊗ ⊗	
Indéterminés							⊗ ⊗	⊗ ⊗	⊗ ⊗ ⊗	⊗ ⊗	⊗ ⊗ ⊗	⊗ ⊗ ⊗	⊗ ⊗ ⊗	
TOTAL	/			/	22	23	129	100	121	101	100	101	104	801

Annexe VII : Exemples de constituants biogènes d'échantillons sédimentaires (photographies en microscopie électronique)



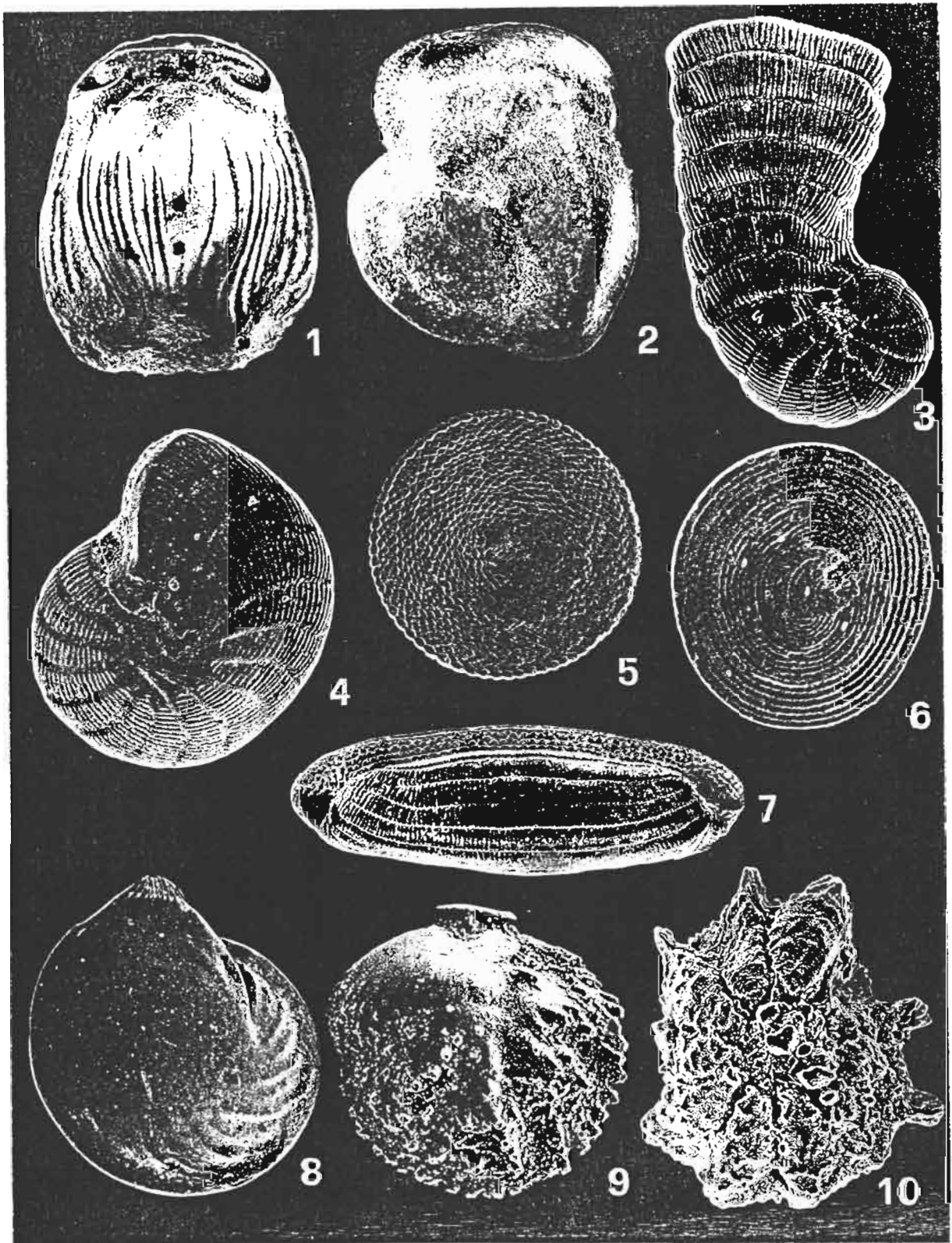
(a) Taille : 0.25 ϕ , échelle : 1.3 mm, foraminifères benthiques.

(b) Taille : 1 ϕ , échelle : 0.6 mm, foraminifères benthiques et mollusques.

(c) Taille : 1.5 ϕ , échelle : 0.5 mm, *Halimeda* et fragments de madréporaires.

(d) Taille : 2.75 ϕ , échelle : 0.5 mm, particules de quartz, crustacés ostracodes, mollusques, bryozoaires, foraminifères.

Annexe VIII : Exemples de foraminifères



1. *Pyrgo striolala* (× 80) - 2. *Hauerina diversa* (× 75) - 3. *Spirolina arielina* (× 50) - 4. *Peneropolis pertusus* (× 55) - 5. *Soriles marginalis* (× 25) - 6. *Broeckina orbilolitoides* (× 30) - 7. *Alveolinella quoyi* (× 25) - 8. *Lenticulina vortex* (× 35) - 9. *Siphonina tubulosa* (× 80) - 10. *Pararotalia ozawai* (× 70).

