PROGRAMME NATIONAL RÉCIFS CORALLIENS

avec le soutien financier d'ELF-Aquitaine
et sous l'égide du Programme International Géosphère-Biosphère (PIGB)

BILAN SCIENTIFIQUE DES TROIS ANNÉES 1994, 1995 et 1996

PERSPECTIVES 1997-1999

et ANNUAIRE

Présentation du programme et de ses activités

Résultats 1994-96

Récapitulatif des publications

Annuaire et index par mots clés

Avril 1997

Fonds Documentaire ORSTOM
010010541

De 1992 à 1996, le PNRCO a eu

- pour président : Alain SOURNIA (CNRS, Paris)
- pour secrétaire : André INTÈS (ORSTOM, Brest)

A partir de 1997, ces deux fonctions sont assurées comme suit :

- président : Michel PICHON (EPHE, Perpignan)
- secrétaire : Loïc CHARPY (ORSTOM, Marseille)

PROGRAMME NATIONAL RÉCIFS CORALLIENS

BILAN SCIENTIFIQUE DES TROIS ANNÉES 1994, 1995 et 1996

PERSPECTIVES 1997-1999

et ANNUAIRE

Cette brochure a été réalisée par André INTÈS et Alain SOURNIA
sur la base des informations par les participants.

Fonds Documentaire ORSTOM
Cote : B* 10541 Ex : 1

SOMMAIRE

PRÉSENTATION DU PROGRAMME ET DE SES ACTIVITÉS 3

RÉSULTATS 1994-1996 5

Bard E. : Variations rapides du niveau marin *5*

Bard E. & Jouannic C. : Paléo-récifs soulevés de Sumba *7*

Boucher G. & Clavier J. : Bilan de carbone dans les sédiments des lagons *9*

Broc D. : La modélisation des écoulements dans milieu interstitiel corallien *11*

Charpy-Roubaud C. : Contribution de l'azote moléculaire au cycle de la matière dans les lagons d'atolls *13*

Delesalle B. : EMIR, exportation de carbone sur une marge insulaire récifale *15*

Dufour P., Kulbicki M. & Pagès J. : TYPATOLL : écodiversité des lagons d'atolls *17*

Gattuso J-P. :Flux de carbone et de carbonates chez les scléractiniaires à zooxanthelles *21*

Jaubert J. & Allemand D. : Interactions photosynthèse-calcification chez les scléractiniaires symbiotiques : mécanismes et régulation *24*

Montaggioni L. : Programme international de forage profond de la grande barrière récifale d'Australie : enregistrement des changements paléoclimatiques et paléocéanographiques *27*

Payri C. : Efficacité de capture et d'utilisation de la lumière par les zooxanthelles et une macrophyte calcifiée. Adaptation du cortège pigmentaire *29*

Peyrot-Clausade M. : Budget des carbonates dans deux modèles récifaux indo-pacifiques (îles de la Réunion et de Moorea) : contribution des colonies coralliennes et de leurs bioérodeurs *31*

Plaziat J-C. : Étude du dernier interglaciaire dans une zone tropicale tectoniquement stable : la rive occidentale Égyptienne de la mer rouge *34*

Récy J. & Camoin G. : Variabilités environnementales et croissance récifale au cours du dernier cycle glaciaire *36*

RÉCAPITULATIF DES PUBLICATIONS 41

8ÈME CONGRÈS INTERNATIONAL DE PANAMA 45

ANNUAIRE 46

INDEX PAR MOTS CLÉS 55

Le Programme National Récifs Coralliens (PNRCO) représente la suite logique et le développement d'une action incitative créée en 1987 conjointement par l'Institut National des Sciences de l'Univers (INSU) du CNRS et l'Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en coopération (ORSTOM). Le PNRCO opère sous l'égide du Programme International Géosphère-Biosphère (PIGB). Les actions du PNRCO visent notamment à stimuler les projets de nature collaborative et multidisciplinaire, à favoriser l'utilisation de spécialités et de compétences nouvelles, et à encourager une ouverture plus large des recherches récifales françaises sur les grands programmes internationaux.

Le PNRCO fonctionne sur une base triennale. Les recherches conduites au cours du triennat 1991-1993 ont fait l'objet d'une brochure encore disponible sur demande : « PNRCO. Rapport scientifique 1991-1993 et annuaire », 36 p. incl. Coul. Au cours de la période 1994-1996, qui fait l'objet du présent document, le Programme avait centré son action sur un thème unique et fédérateur : "Cycle du carbone, des carbonates et des nutrilites dans les récifs coralliens : passé, présent, futur". Dans le cadre de ce thème, huit catégories avaient été identifiées :

A - Mécanismes moléculaires ou cellulaires
B - Adaptations et régulations écophysiologiques
C - Transferts et bilans à l'échelle des organismes et des peuplements
D - Transferts et bilans à l'échelle de l'édifice récifal
E - Croissance corallienne et niveaux marins
F - Paléo-environnements, paléo-océanographie et paléo-productivité
G - Variabilité et interprétation des marqueurs métaboliques
H - Méthodes, outils, concepts, modèles.

Au total, 14 projets ont reçu un soutien financier au cours du triennat 1994-1996. Les résultats obtenus sont présentés dans les pages qui suivent. Durant ce même triennat, le PNRCO a également suscité et financé l'organisation de trois ateliers qui ont permis de coordonner l'action de plusieurs chercheurs ou équipes travaillant sur un thème PNRCO, ainsi que de réaliser une synthèse partielle des résultats obtenus. Ces ateliers furent les suivants :

- Flux de carbone et de carbonates à l'échelle d'un récif corallien
  (Marseille-Luminy, 29-30 juin 1995)
- Écologie comparée des lagons d'atolls de Polynésie
  (Marseille-Luminy, 9-10 décembre 1996)
- Paléoenvironments et croissance récifale
  (Marseille-Luminy, 10 décembre 1996)

Un compte rendu de ces ateliers a été présenté au cours du colloque national "Récifs Coralliens" tenu à Marseille-Luminy les 11 et 12 décembre 1996 pour clore le triennat.

Un autre événement scientifique d'importance a également marqué la période 1994-1996 : le Symposium International sur les Récifs Coralliens qui s'est tenu à Panama du 23 au 29 juin 1996. Ce symposium était le 8ème d'une série de congrès organisés tous les 4 ans par l'Association Internationale d'Océanographie Biologique (IABO) et par la Société Internationale pour les Études Récifales (ISRS). Le PNRCO, par la voie de son soutien financier, a contribué de façon significative à maximiser la participation des scientifiques français à ce Symposium et, de fait, la délégation française (50 chercheurs) était la 3ème en nombre, après les États- Unis et l'Australie. En plus des communications présentées par des chercheurs français et résultant des actions soutenues par le PNRCO, une plaquette distribuée à 1 200 exemplaires et une publication à paraître dans les comptes rendus du Symposium ont contribué et contribueront à mieux faire connaître internationalement le PNRCO.

Au cours du dernier semestre de 1996, l'approche de la fin du triennat a conduit le Comité du PNRCO à redéfinir sa politique et ses orientations scientifiques, en vue d'identifier les actions prioritaires pour les années à venir.
Cette réflexion a pris en considération :

- les enseignements tirés du Symposium International de Panama quant aux tendances et nouvelles orientations de la recherche récifale au plan mondial ;
- les résultats d'un "appel à idées" lancé auprès de la communauté nationale des chercheurs récifaux;
- les priorités exprimées par les organismes de tutelle ;
- les objectifs de certains autres programmes nationaux dans lesquels des problématiques voisines de celles du PNRCO sont prises en considération.

Ce travail de prospective a conduit à la définition de nouveaux objectifs pour le triennat 1997-1999. Ces objectifs sont les suivants :

1- Carbonates passés et actuels :
Processus de biominéralisation aux différentes échelles. Croissance récifale passée et actuelle : stratégie de croissance, boucle bioérosion-sédimentation, bilans de calcification. Validation des marqueurs (datations, niveau marin, température, paléoproductivité).

2 - Fonctionnement de l'écosystème récifal et lagonaire :
Réseau trophique (incluant microbiologie et planctologie). Recrutement, stabilité, successions, bio-indicateurs. Caractérisation d'un degré d'anthropisation.

3 - Océanographie récifale :
Échanges récifs-océan sous toutes les formes : hydrodynamique, carbone minéral et organique, plancton, nutrilites, temps de résidence, etc.

Cette nouvelle orientation identifie les thèmes de recherches porteurs, mais vise également à renforcer les relations avec un certain nombre de grandes actions internationales telles que LOICZ (Land-Ocean Interactions in the Coastal Zone) par exemple, et réaffirme dans le PNRCO la nature fédératrice de tout programme national.

L'inquiétude grandit à propos de la dégradation (dont les chercheurs présents à Panama se sont largement faits l'écho) à un rythme accéléré des récifs coralliens à l'échelle mondiale. Il est, en effet, estimé que 10 % des récifs sont déjà dégradés au-delà de toute possibilité de restauration et que, si rien ne change, 30 % supplémentaires seront perdus dans les 10 à 20 prochaines années. Face à cette situation, qui est dans une large mesure une conséquence des changements globaux, un événement particulier mérite d'être signalé : la formation, en 1995, à l'instigation du Département d'État des États-Unis d'une Initiative Internationale pour les Récifs Coralliens. L'ICRI (International Coral Reef Initiative) est un partenariat établi par les gouvernements des États-Unis, du Royaume-Uni, de l'Australie, de la France, du Japon, de la Jamaïque, des Philippines et de la Suède, visant à mettre en oeuvre les dispositions du chapitre 17 de l'Agenda 21 adopté à la Conférence de Rio. Les problèmes de survie des récifs coralliens prennent ainsi, avec l'ICRI, une dimension politique internationale. Cette prise de conscience politique devrait conduire au développement et à la mise en oeuvre d'une stratégie à l'échelle planétaire (dont le Réseau Mondial de Surveillance des Récifs Coralliens représente le premier volet) pour leur utilisation durable et leur conservation.

Ce contexte donne un nouvel éclairage et une stimulation aux recherches soutenues par le PNRCO, mais ne fait pas oublier que pour les biologistes, les géologues ou les biogéochimistes, les récifs coralliens sont une source unique de modèles permettant d'apporter des réponses, au moins partielles, à des questions d'importance et d'actualité comme, par exemple, leur capacité à produire de la matière vivante, les paléoclimats ou le rôle des récifs dans le cycle du CO_2 et le changement global. En fait, ces problématiques sont interdépendantes, ce dont les pages suivantes rendent compte.

VARIATIONS RAPIDES DU NIVEAU MARIN

PARTICIPANTS : ARNOLD M., CABIOCH G., CAMOIN G., FAURE G., HAMELIN B., LAURENTI A., MONTAGGIONI L., ROUGERIE F.

OBJECTIF

Évaluation de la réaction d'un récif à un changement brusque du niveau marin. Étude des variations extrêmement rapides qui se sont déroulées pendant la dernière déglaciation (19 000 et 5 000 ans B.P.). Comparaison des données de Tahiti avec les résultats établis pour La Barbade et la péninsule Huon de Nouvelle-Guinée.

RÉSULTATS

Nous avons étudié les variations rapides du niveau marin qui se sont déroulées depuis 14 000 ans BP et leur influence sur la structure et la composition biologique des récifs. En particulier, nous avons réalisé plus de 70 datations en utilisant des techniques radiochronologiques de haute précision : ^{230}Th-^{234}U par TIMS et ^{14}C par AMS. Grâce aux analyses paléontologiques et sédimentologiques, nous avons pu convertir les profondeurs brutes en données paléobathymétriques.

La courbe de niveau marin de Tahiti a pu être comparée aux deux séries de référence de La Barbade et de Nouvelle-Guinée. La courbe de Tahiti est maintenant la courbe de niveau marin la plus longue et la plus détaillée en ce qui concerne le Pacifique. Un des résultats majeurs de notre étude est la présence d'un hiatus à environ 87 m au-dessous du niveau marin actuel. Les coraux juste au-dessus du hiatus sont âgés de 13 800 ans B.P., ce qui est exactement synchrone avec les coraux situés au-dessus d'un autre hiatus observé au large de l'île de La Barbade.

Nous avons utilisé un modèle numérique de croissance récifale pour montrer que le synchronisme des deux hiatus est lié à la période de débâcle glaciaire appelée MWP-1A. L'existence d'un saut du niveau marin à environ 14 000 ans B.P. est désormais confirmée. Une des conséquences de ce saut est la création d'une rupture de la pente topographique du récif entre 50 et 90 m sous le niveau marin actuel. Cet effet est clairement simulé par le modèle numérique.

PUBLICATIONS À SÉLECTION ET DIFFUSION INTERNATIONALES

Bard E., Hamelin B., Arnold M., Montaggioni L., Cabioch G., Faure G., Rougerie F., 1996. Deglacial sea level record from Tahiti corals and the timing of global meltwater discharge. *Nature,* 382 : 241-244.

Camoin G., Montaggioni L., 1994. High energy coralgal-stromatolite frameworks from Holocene reefs (Tahiti, French Polynesia). *Sedimentology*, 41 : 655-676.

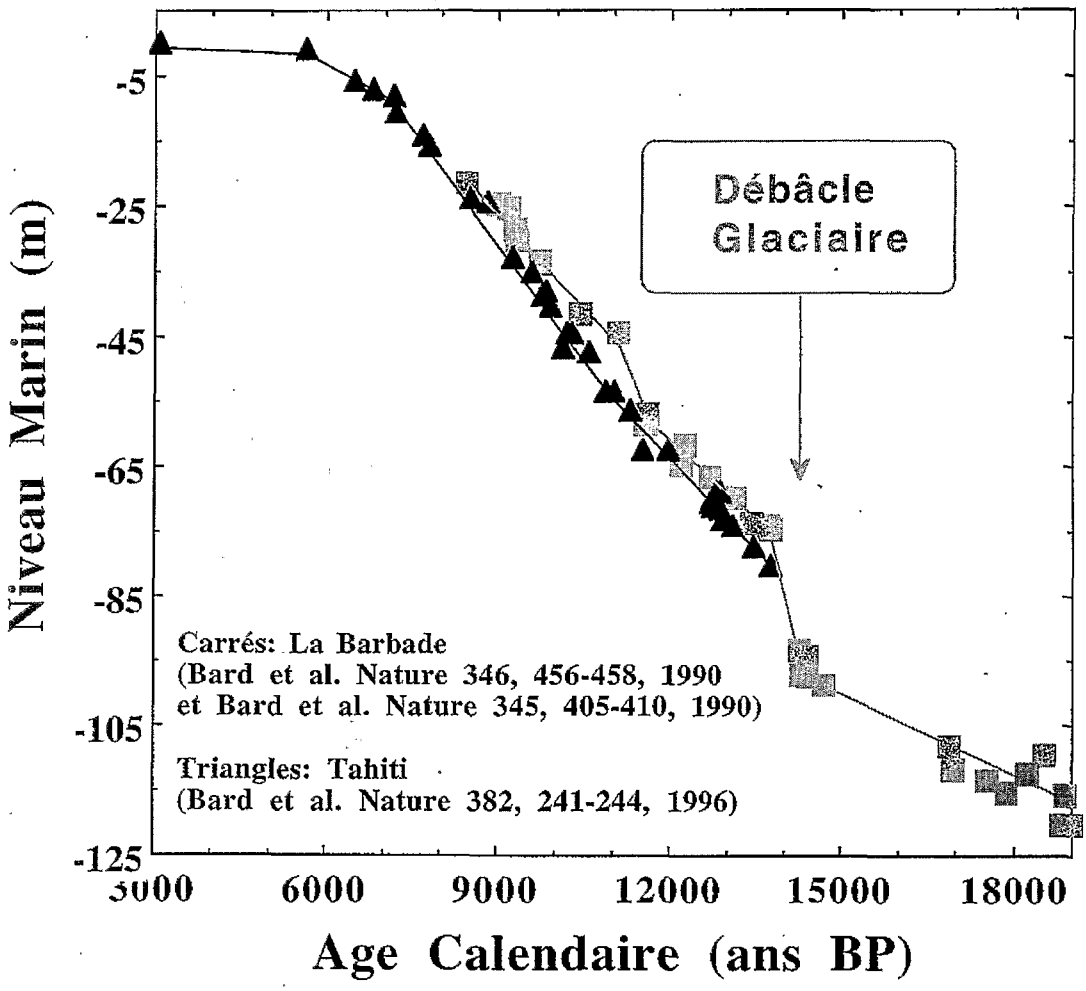
AUTRES PUBLICATIONS

Camoin G., Montaggioni L., 1995. Coraux fossiles, archives du climat. *La Recherche,* 275 : 402-407.

Bard E., 1996. Le niveau marin depuis 20 000 ans enregistré par les coraux. *Lettre PIGB-PMRC-France*, n°S : 24-24 +pl.

THÈSE

Ribaud-Laurenti A., 1995. Reconstitution d'environnements récifaux récents de l'Océan Pacifique: l'apport de la biosédimentologie et de la géochimie du strontium. Thèse de l'Université d'Aix-Marseille 1.


Niveau Marin (m)
-5
-25
-45
-65
-85
-105
-125
3000
6000
9000
12000
15000
18000
Age Calendaire (ans BP)
Débâcle Glaciaire
Carrés: La Barbade
(Bard et al. Nature 346, 456-458, 1990
et Bard et al. Nature 345, 405-410, 1990)
Triangles: Tahiti
(Bard et al. Nature 382, 241-244, 1996)

PALÉO-RÉCIFS SOULEVÉS DE SUMBA

PARTICIPANTS : ARNOLD M., FAURE G., HAMELIN B., PIRAZZOLI P.

OBJECTIF

Influence des variations du niveau marin et de la surrection tectonique sur la morphologie des terrasses récifales pour la période allant de 0 à 300 000 ans. Comparaison des données de Sumba avec les résultats établis grâce aux terrasses des Caraïbes et de Nouvelle-Guinée.

RÉSULTATS

Nous avons étudié l'influence des variations du niveau marin et de la surrection tectonique sur la morphologie des terrasses récifales pour la période allant de 0 à 300 000 ans B.P. Les résultats radiochronologiques (U-Th par TIMS et ^{14}C par AMS) obtenus pour l'île de Sumba (Indonésie) ont été comparés avec les données établies grâce aux terrasses des Caraïbes et de Nouvelle-Guinée.

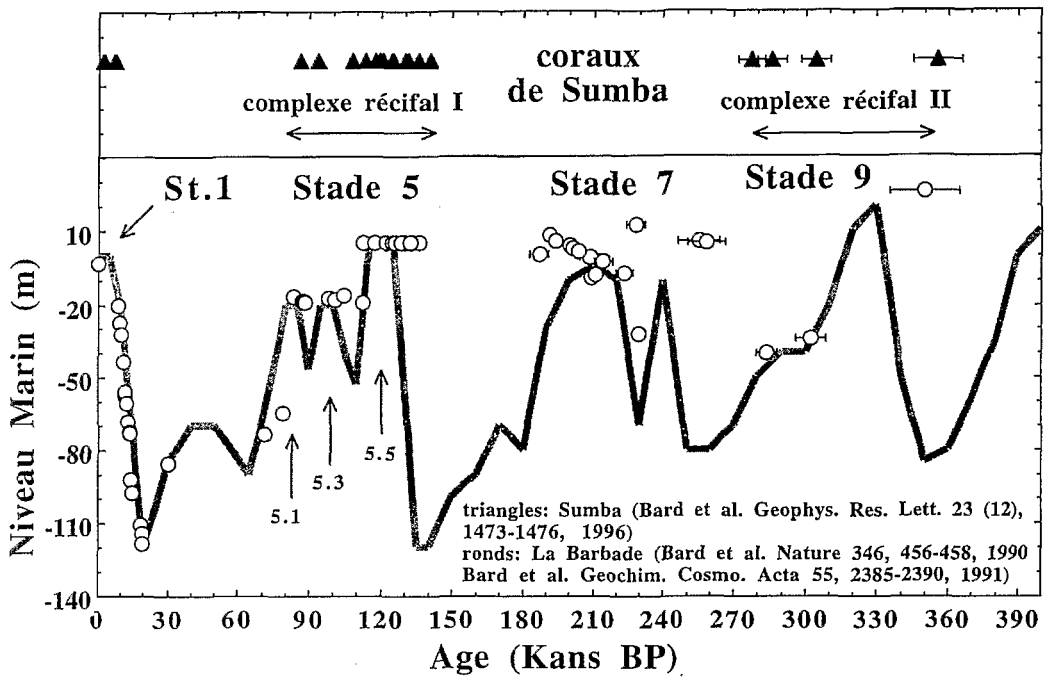
La structure et la diversité des espèces coralliennes de la plate-forme récifale actuelle le long de la côte NE de l'île de Sumba suggèrent clairement que la région se soulève de nos jours. En effet, seul le front externe montre d'abondantes colonies vivantes, alors qu'au contraire la zone interne se caractérise par des colonies vivantes peu nombreuses (<10 %) mais par un nombre relativement élevé d'espèces résistantes à l'émersion temporaire et/ou à une forte turbidité de l'eau (par ex. *Goniastrea*).

Nos résultats radiométriques au ^{230}Th-^{234}U montrent que la première grande terrasse soulevée (le complexe récifal 1) s'est formée lors du stade isotopique 5. Cette construction contient toutefois des coraux qui ont crû à l'occasion des trois principaux hauts niveaux marins du dernier interglaciaire, à savoir les stades 5.1 vers 85 ka, 5.3 vers 105 ka et 5.5 vers 125 ka. L'existence de coraux bien préservés de ces trois différentes périodes est un argument quant à la nature polycyclique du complexe récifal 1.

Par ailleurs, la présence de coraux contemporains des interstadiaires 5.1 et 5.3 fournit aussi une autre contrainte sur le taux moyen de soulèvement au cap Laundi. Des affleurements bien préservés ont été observés dans la partie interne du complexe 1 et datés du stade 5.5 (environ 125 ka).

Les assemblages biologiques sont typiques d'environnements de basse énergie, lagonaires, avec d'abondants genres et espèces tels que : *Echinophyllia*, *Lobophyllia*, *Heliopora*, *Stylophora*, *Seriatopora*, *Porites nigrescens*, *Pachyseris speciosa*, *Fungia* sp., etc. En outre, les faciès détritiques et leurs positions spécifiques sur la terrasse I suggèrent que ces affleurements sont semblables à ceux d'un lagon actuel à des profondeurs de l'ordre de 5 à 15 m.

Afin de mieux comprendre l'interaction de la croissance récifale, des variations du niveau marin et du soulèvement tectonique, nous avons mis au point et utilisé un modèle numérique capable de simuler ces processus avec des paramètres variables. Lorsque le taux de soulèvement est inférieur à 0,3 m/ka, le calcul montre qu'un grand nombre de terrasses morphologiques résultent de constructions superposées à l'occasion des différents interstadiaires, voire même interglaciaires. Les terrasses morphologiques ont alors une origine polycyclique, qui rend très difficile leur identification stratigraphique au-delà de la limite de datation radiométrique précise capable de résoudre un cycle glaciaire complet (erreur à 2 sigma < 100 ka).



PUBLICATIONS À SÉLECTION ET DIFFUSION INTERNATIONALES

Bard E., Jouannic C., Hamelin B., Pirazzoli P., Arnold M., Faure G., Sumosusastro P.A., Syefudin, 1996. Pleistocene sea levels and tectonic uplift based on dating of coral terraces at Sumba Island, Indonesia. *Geophysical Research Letters,* 23 (12) : 1473-1476.

Hantoro W.S., Pirazzoli P.A., Jouannic C., Faure G., Hoang C.T., Radtke U., Causse C., Borel Best M., Lafont R., Bieda S., Lambeck K., 1994. Quaternary uplifted coral reef terraces on Alor Island, east Indonesia. *Coral Reefs,* 13 : 215-223.

AUTRES PUBLICATIONS

Hamelin B., 1996. L'environnement daté et chronométré. *Pour la Science :* 114-119.

BILAN DE CARBONE DANS LES SÉDIMENTS DES LAGONS

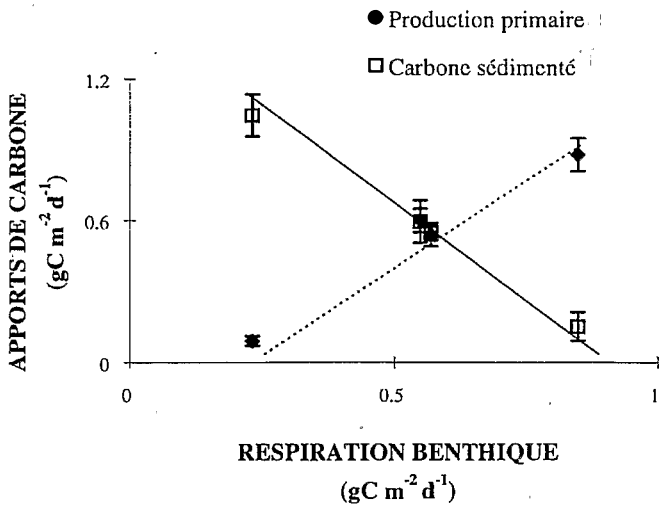
PARTICIPANTS : CHEVILLON C., GARRIGUE C.

OBJECTIF

Le projet concerne l'étude comparative du métabolisme des fonds sédimentaires des lagons tropicaux du Pacifique SW. Son objectif est de déterminer les productions de carbone organique benthique en précisant les notions d'autotrophie et d'hétérotrophie à l'échelle écosystémique. Les données viennent compléter les résultats précédemment acquis sur le lagon SW de Nouvelle-Calédonie et de Moorea pour contribuer à l'établissement d'un schéma général de fonctionnement des fonds meubles en environnement corallien.

RÉSULTATS

Les bilans de carbone sur les substrats meubles du lagon d'Ouvéa ont été calculés à partir des flux métaboliques et des apports de matériel particulaire à l'interface eau-sédiment. Ces paramètres ont été mesurés, au mois de juin 1994, sur quinze stations aléatoirement réparties. La production primaire et la respiration benthiques ont été estimées dans des enceintes disposées à l'interface eau-sédiment ; le flux de matériel particulaire a été mesuré à l'aide de pièges à seston. Les résultats concernant le métabolisme ont été extrapolés sur une base annuelle en s'appuyant sur l'évolution saisonnière établie pour le lagon sud-ouest de Nouvelle-Calédonie. La production primaire benthique annuelle (P = 0,88 g C m^{-2} j^{-1}) et la respiration (R = 0,84 g C m^{-2} j^{-1}) du lagon d'Ouvéa sont relativement élevées. La valeur du rapport P/R (1,05) ne diffère pas significativement de 1, caractérisant un système potentiellement autotrophe. Le flux de carbone particulaire est de 0,15 g C m^{-2} j^{-1}.



Relations entre les apports de carbone par production primaire et sédimentation de matériel particulaire, et la respiration benthique dans quatre milieux lagonaires.

Ces données viennent compléter les résultats précédemment obtenus dans les trois types de fonds du lagon sud-ouest. Elles confirment le caractère autotrophe des fonds situés non loin du récif-barrière (sables blancs et sables gris). En revanche, les fonds envasés situés près de la côte présentent un rapport P/R de 0,39 significativement différent de l'unité ; ils demandent donc un apport de carbone allochtone fourni par la sédimentation de matériel particulaire. Ces résultats suggèrent que le fonctionnement des fonds sédimentaires des lagons repose principalement, comme celui des récifs, sur la production primaire autochtone.

PUBLICATIONS À SÉLECTION ET DIFFUSION INTERNATIONALES

Boucher G., (sous presse). Composition and diversity of meiofauna in the SW lagoon of New Caledonia. *Coral Reefs.*

Boucher G., Clavier J. & Garrigue C., 1994. Estimation of bottom ammonium affinity in New Caledonia lagoon sediments. *Coral Reefs,* 13 : 13-19.

Boucher G., Clavier J. & Garrigue C., 1994. Oxygen and carbon dioxid fluxes at the water-sediment interface of a tropical lagoon. *Mar. Ecol. Prog. Ser.,* 107 : 185-193.

Boucher G., Lambshead J., 1995. Marine nematode ecological biodiversity in samples from temperate, tropical and deep-sea regions. *Conservation Biology.* 9 (6) : 1-12.

Clavier J., Boucher G., Garrigue C., 1994. Benthic respiratory and photosynthetic quotients in a tropical lagoon. *C.R. Acad. Sci., Paris,* 317 : 937-942.

Kotta J. & Boucher G., (sous presse). Structure and biodiversity of nematode species assemblages in four tropical High Island lagoons. *Bull. Mar. Sci.*

RAPPORTS ET DOCUMENTS, ABSTRACTS

Boucher G., Clavier J., 1995. Carbon flux at the water-sediment interface of tropical lagoons. *International Workshop on Carbon cycling and coral reef metabolism,* Oct. 22-24 1995, Miyako Jima, Japan : 76-81.

Boucher G., J. Clavier & Gattuso J.-P., 1996. Contribution of sandy bottom to the metabolism of organic and inorganic carbon of a barrier reef (Moorea, French Polynesia*). 8th. Int. Coral Reef Symposium*, Panama. (abs).

Boucher G., Kotta J., 1996. Composition et diversité de la méiofaune du lagon de Great Astrolabe reef, Fiji. In : Charpy L, Charpy-Roubaud C. & P. Newell (eds). The Great Astrolabe Reef lagoon (Fiji) : results of the French-Fijian Astro expedition. *ORSTOM Tahiti,, Notes et Doc.Océanogr.*, 46 : 47-52.

Clavier J., G. Boucher, C. Chevillon, & Garrigue C., 1996. What is the main energy source for metabolism in lagoon sediments ?. *8th. Int. Coral Reef Symposium*, Panama. (abs.).

Clavier J., Boucher G., Garrigue C., 1996. CO_2 fluxes at the water-sediment interface : relevance to marine coastal ecosystem functioning. *3ème Congrès International Limnologie-Océanographie : Interfaces*, Nantes, octobre 1996.

Clavier J., Douillet P., 1996. Interprétation du fonctionnement écologique d'un lagon corallien par modélisation hydrodynamique : influence des apports terrigènes. *Thème 3 : modélisation des systèmes complexes, systèmes écologiques, dynamique de populations, bases de connaissances. Actes des journées du Programme Environnement, Vie et Société, cité des Sciences et de l'Industrie, Paris, 15, 16 et 17 janvier 1996* : 85-90.

Delesalle, B., Boucher G., Buscail R., Clavier J., Frankignoulle M., Gattuso J.-P., Guillaume M., Harmelin-Vivien M., Le Campion T., Peyrot-Clausade M. & Pichon M., 1996. Carbon and carbonate budgets of a coral reef (Moorea, French Polynesia) : a comparison of primary production and calcification with export to the ocean. *8th. Int. Coral Reef Symposium*, Panama. (abs.).

Douillet P. & Clavier J., 1996. Relationships between hydrodynamics and fine particles sedimentation in the SW lagoon of New Caledonia. Influence of mining associated erosion and effects on benthos. *8th. Int. Coral Reef Symposium*, Panama. (abs.).

MODÉLISATION DES ÉCOULEMENTS DANS LE MILIEU INTERSTITIEL CORALLIEN

PARTICIPANTS : JEAN-BAPTISTE P., LECLERC A.M.

OBJECTIF

Il s'agit d'établir un premier modèle de fonctionnement des circulations hydrauliques dans les récifs coralliens. Ces résultats peuvent être utilisés pour évaluer les transferts d'espèces chimiques en solution, en particulier le transfert d'éléments nutritifs (nitrates et phosphates) depuis les couches profondes de l'océan.

RÉSULTATS

Le principal moteur pour les circulations hydrauliques dans la partie carbonatée des récifs coralliens est la thermoconvection. Les différences de densité dues à la salinité interviennent de façon moindre. Les influences du gradient de température dans l'océan et du flux géothermique à la base de la formation sont généralement du même ordre de grandeur. Si l'on prend en compte la présence d'une zone de forte perméabilité à la partie inférieure du carbonate, les vitesses hydrauliques et les flux deviennent élevées dans cette zone, et on obtient des températures décroissant avec la profondeur jusqu'au centre du lagon.

Les ordres de grandeur des vitesses hydrauliques obtenues dans le carbonate sont de 10^{-8} m/s soit 10^{-3} m/j. Les débits hydrauliques totaux entrants sont de l'ordre de 2.10^{-5} m^3/s par mètre linéaire de récif. L'estimation des transferts d'éléments nutritifs considère des concentrations à 800 mètres de profondeur de 2 millimoles/m^3 pour les phosphates et de 30 millimoles/m^3 pour les nitrates. Les flux surfaciques correspondant sont de 2 µmole/m^2 et par jour pour les phosphates et de 30 µmole/m^2 pour les nitrates. Les flux les plus élevés sont obtenus sur le récif et au centre du lagon (vitesses hydrauliques plus élevées), Si on considère que l'ensemble des éléments nutritifs sont consommés sur le récif (y compris ceux arrivant dans le lagon), on peut obtenir des flux plus élevés : jusqu'à 10 µmole/m^2 et par jour pour les phosphates et 100 µmole/m^2 et par jour pour les nitrates.

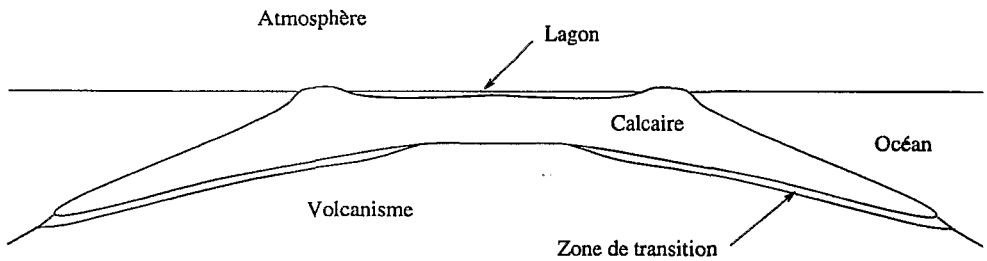
Ces flux ne sont pas négligeables, mais semblent *a priori* nettement inférieurs aux ordres de grandeur couramment cités pour la production primaire nette des récifs coralliens : 100 µmole/m^2/j pour les phosphates et 1 000 µmole/m^2/j pour les nitrates.

PUBLICATIONS À SÉLECTION ET DIFFUSION INTERNATIONALES

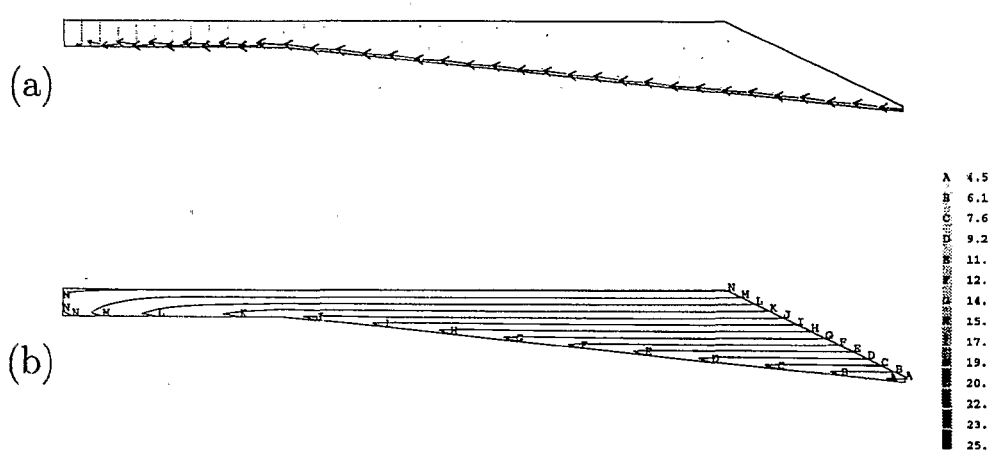
Leclerc A.M., Broc D., Jean-Baptiste P., Rancher J., sous. presse. Modelling of interstitial water circulation inside a reef platform : steady state flow, heterogeneity effects and tidal transient state. *Spec. Publ.* IAS

RAPPORTS ET DOCUMENTS, ABSTRACTS

Broc D., Jean-Baptiste P., Leclerc A.M., Rancher J., 1995. The effect of heterogeneity on thermal convection phenomena in reefs and carbonate platforms. *I.A.S Int. Workshop « Reefs and carbonate platforms in the Pacific and Indian Oceans »*, Sydney, juill. 95.



– *Coupe schématique d'un atoll*



– *Champs de vitesse et température obtenus (prise en compte d'une zone perméable)*

CONTRIBUTION DE L'AZOTE MOLÉCULAIRE AU CYCLE DE LA MATIÈRE DANS LES LAGONS D'ATOLLS

PARTICIPANTS : LEMASSON L., LE CAMPION T., CHARPY L., LARKUM T.

OBJECTIF

La réalisation de l'objectif final, explicité dans le titre de l'opération, ne pouvait être atteint que par la réalisation de 3 phases :

- vérification de la présence de cyanobactéries sur, ou dans, les divers substrats : colonne d'eau, substrats durs (récif, beach-rock), substrats meubles de fonds de lagon et de bords de lagon,
- vérification de la réalité de cette fixation,
- estimation de la quantité d'azote moléculaire fixée dans les lagons et par les récifs.

RÉSULTATS

Les cyanobactéries sont largement représentées sur et dans tous les substrats.

Dans la colonne d'eau, lorsque la biomasse des *Synechoccocus* était très importante, des taux de réduction d'acetylène ont été mis en évidence, phénomène jamais observé *in situ* jusqu'à nos travaux. Cependant, la méthode utilisée, insuffisamment sensible (pureté de l'acétylène, colonnes du GC de terrain) et l'impossibilité d'étalonner la méthode, la biomasse des cyanobactéries pélagiques étant malgré tout trop faible, fait que le taux de fixation par ce compartiment ne peut rester qu'indicatif.

En ce qui concerne le compartiment benthique, des taux de fixation ont pu être estimés, qui varient suivant les substrats et en fonction de l'éclairement. Globalement, la fixation par le compartiment benthique est de 0,84 mg N_2 m^{-2} de lagon par jour, (dont 0,65 mg N_2 m^{-2} j^{-1} est due aux communautés des substrats meubles et 0,19 mg N_2 m^{-2} j^{-1} est due aux communautés des substrats durs). Sur la figure 1 apparaissent plus précisément la contribution de chaque type de communauté étudiée (sans tenir compte cependant de celles des stromatolithes récents, des mattes exondées et des sables de plage).

Au total, la fixation de N_2 moléculaire par les communautés benthiques s'avère pouvoir supporter 1 % de la production microphytobenthique totale de ce compartiment et 0,2 % des productions totales primaires du lagon.

Cependant, pour pouvoir estimer la contribution de la fixation moléculaire au cycle de la matière dans les lagons d'atolls, il faudrait résoudre le problème de l'estimation de cette fixation par les cyanobactéries pélagiques.

PUBLICATIONS À SÉLECTION ET DIFFUSION INTERNATIONALES

Charpy-Roubaud C., Charpy L., Sarazin G., 1996. Diffusional nutrient fluxes at the sediment-water interface and organic matter mineralization in an atoll lagoon (Tikehau, Tuamotu archipelago, French Polynesia). *Mar. Ecol. Prog. Ser.,* 132 : 181-190.

AUTRES PUBLICATIONS

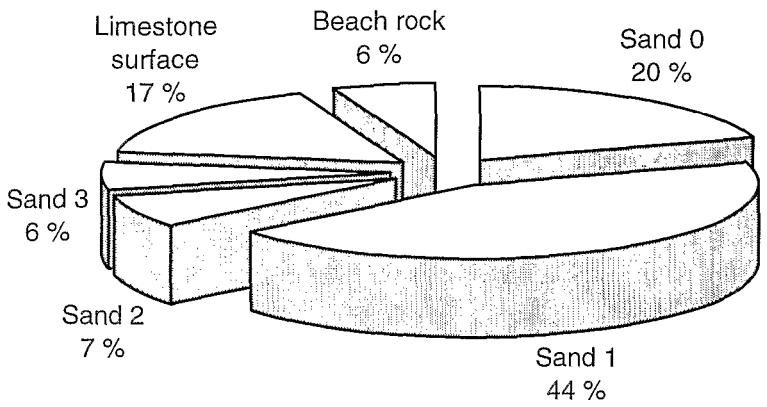
Charpy L., Blanchot J., (sous presse). Relative contributions of *Prochlorococcus* and *Synechococcus* to phytoplankton biomass and production in eleven Tuamotu atolls (French Polynesia). *Proc. 8th Int. Coral Reef Symposium,* Panama : 6pp.

Charpy-Roubaud C., Charpy L., Larkum A.W., (sous presse). Contribution of N_2 fixation to N productivity of the lagoon of Tikehau. *Proc. 8th Int. Coral Reef Symposium,* Panama : 6pp.

RAPPORTS ET DOCUMENTS, ABSTRACTS

Charpy-Roubaud C.J., Charpy L., Larkum A.W., 1996. Benthic cyanobacteria nitrogen fixation in Tikehau lagoon. *8th Int. Coral Reef Symposium,* Panama. (abs.).

Benthic fixation: 0.84 mg N_2 m^{-2} day^{-1}



EMIR, EXPORTATION DE CARBONE SUR UNE MARGE INSULAIRE RÉCIFALE

PARTICIPANTS : MONACO A., BUSCAIL R., COURP T., HEUSSNER S., RANCHER J., SCHRIMM M.

OBJECTIF

Mesurer l'exportation de carbone et d'éléments associés du récif corallien vers l'océan selon une approche pluridisciplinaire associant hydrologie, biologie, géochimie et sédimentologie.

RÉSULTATS

Les résultats obtenus durant les 3 années du programme permettent de décrire les principaux mécanismes de transfert des particules dans des situations hydrométéorologiques variées, de quantifier et d'identifier le flux de particules dans l'océan, sa variabilité saisonnière et son exportation définitive vers les eaux profondes océaniques.

Les transferts particulaires entre les points-sources, lagon ou baie, et le proche océan se matérialisent, tout au long de l'année, par un ensemble de couches néphéloïdes. Certaines structures, telles les couches turbides de surface au niveau des passes, sont présentes de façon quasi permanente ; la concentration des particules dans ces couches et les modalités de leur dispersion dans l'océan dépendent essentiellement du remplissage lagonaire et de sa variation quotidienne selon la houle et la marée. D'autres structures sont liées à la saison. En hiver, la stratification de la colonne d'eau limitée en profondeur par un fort gradient de densité entraîne la formation de couches néphéloïdes intermédiaires cohérentes aux alentours de 130 m. Au contraire, cette stratification isopycnale est moins marquée en été, où la turbidité des eaux reste homogène entre la surface et 100-150 m de profondeur. Par ailleurs, des phénomènes hydrométéorologiques apériodiques, tels que le vent de sud-est (mara'amu) en hiver et la houle de nord en été, ont pour effet d'augmenter considérablement les taux d'échange et la dispersion vers le large du matériel particulaire. Dans toutes les situations rencontrées, les résultats obtenus révèlent une bonne relation entre les structures de densité et néphélométriques. Ce lien fonctionnel met en évidence le rôle prépondérant dans le transfert particulaire advectif des processus dynamiques permanents (exportation de matériel par les passes lagonaires et les baies) ou saisonniers (effet des ondes internes sur la pente en période de stratification des eaux et les forçages par le vent et les houles de grande amplitude).

Les particules sortant par les passes (lagon ou baie) sont principalement carbonées. Leur composition varie selon la saison : dans la zone périrécifale, jusqu'à 100 m de profondeur, on observe un enrichissement en carbone organique d'un facteur 1,5 entre l'été et l'hiver. Plus au large, sur les fonds de 500 m, la concentration en carbone total est plus forte en hiver austral, en liaison avec le développement des couches néphéloïdes qui caractérisent cette saison. Dans ces couches, les particules sont principalement carbonatées et la concentration en carbone organique reste faible. L'importance de la dégradation bactérienne hétérotrophique dans les couches néphéloïdes assurant le transfert de la matière organique des zones périrécifales vers les grands fonds semble justifier ces faibles concentrations.

La sédimentation des particules se fait en deux étapes. Il se produit d'abord une perte de charge rapide (sur quelques centaines de mètres) des eaux qui sortent de la passe, ainsi qu'en témoigne l'affinement des sédiments de la plaine sableuse vers l'ouest. Le temps de résidence des particules y est relativement bref car elles sont remises en suspension par un hydrodynamisme encore actif à ces profondeurs. Elles sont alors redistribuées vers le large et participent activement aux transferts particulaires verticaux qui alimentent les couches profondes. Ces transferts verticaux représentent l'exportation définitive. Estimée par les flux dans les pièges à particules placés à 400 m de profondeur, cette exportation est importante, de l'ordre de 1, 5 à 3 g m^{-2} j^{-1}. En effet, les flux de masse sont dix fois supérieurs à ceux mesurés en domaine océanique et du même ordre que les flux enregistrés, à profondeur équivalente, au niveau des marges continentales sous influence terrigène.

Le programme EMIR apporte les premières données disponibles sur une marge récifale. L'importance de l'exportation définitive fait de ce processus une composante majeure et certainement sous-estimée du cycle du carbone. Toutes les facettes du transfert de particules vers les couches profondes ne sont pas encore totalement élucidées. Cependant, les résultats obtenus apparaissent d'ores et déjà comme des éléments incontournables pour l'établissement de bilans de carbone organique et de carbonates, et donc pour une meilleure compréhension du cycle du carbone dans l'écosystème corallien.

PUBLICATIONS À SÉLECTION ET DIFFUSION INTERNATIONALES

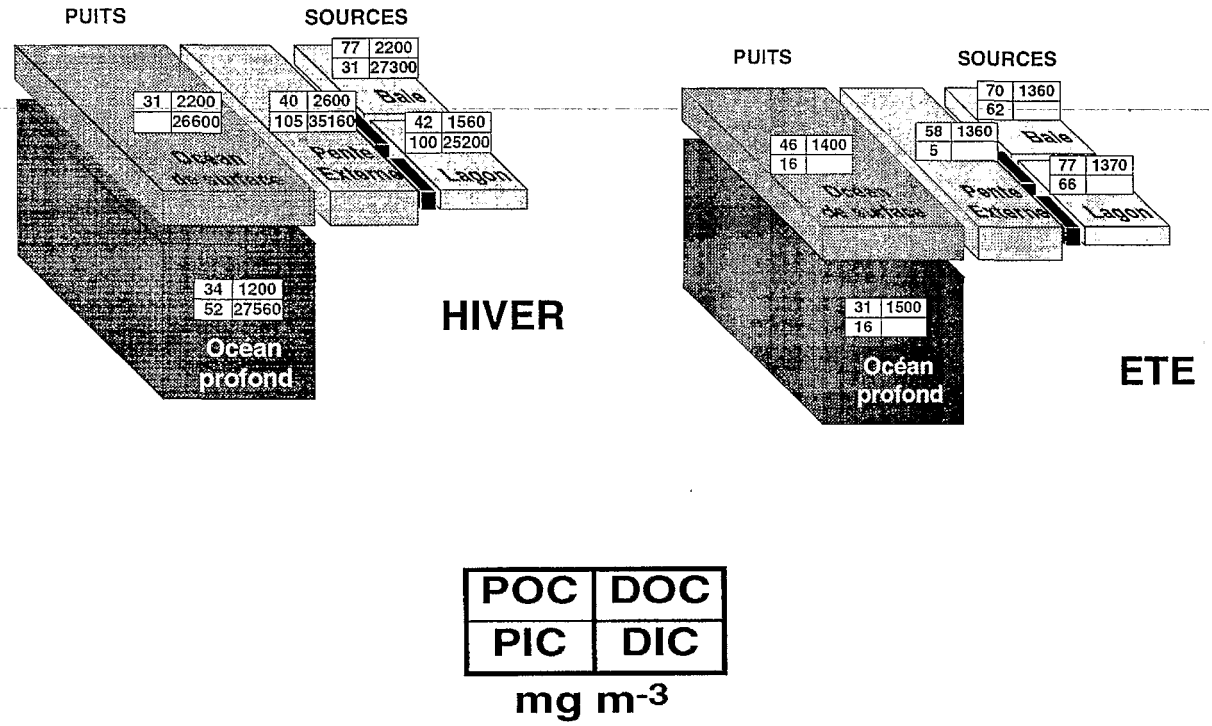
Delesalle B., Buscail R., Carbonne J., Courp T., Dufour V., Heussner S., Monaco A., Schrimm M., (sous presse). Carbon export from a coral reef ecosystem (Moorea island, French Polynesia). *Coral Reefs.*

RAPPORTS ET DOCUMENTS, ABSTRACTS

Delesalle B., 1995. Compte rendu de l'atelier « flux de carbone et de carbonates à l'échelle du récif ». *Marseille, 29-30 juin 1995*, 15 p.

Delesalle B., Boucher G., Buscail R., Clavier J., Frankignoulle M., Gattuso J.-P., Guillaume M., Harmelin-Vivien M., Le-Campion T., Peyrot-Clausade M., Pichon M., 1996. Carbon and carbonate budgets of a coral reef (Moorea, French Polynesia) : a comparison of primary production with export to the ocean.and quantification of fluxes. *8th Int. Coral Reef Symp.*, Panama, (abs.)

Delesalle B., Courp T., Buscail R., Heussner S., 1996. Carbon and carbonate export from a coral reef (Moorea, French Polynesia) : transfer processes and quantification of fluxes. *8th Int. Coral Reef Symp.*, Panama,(abs.)



POC	DOC
PIC	DIC

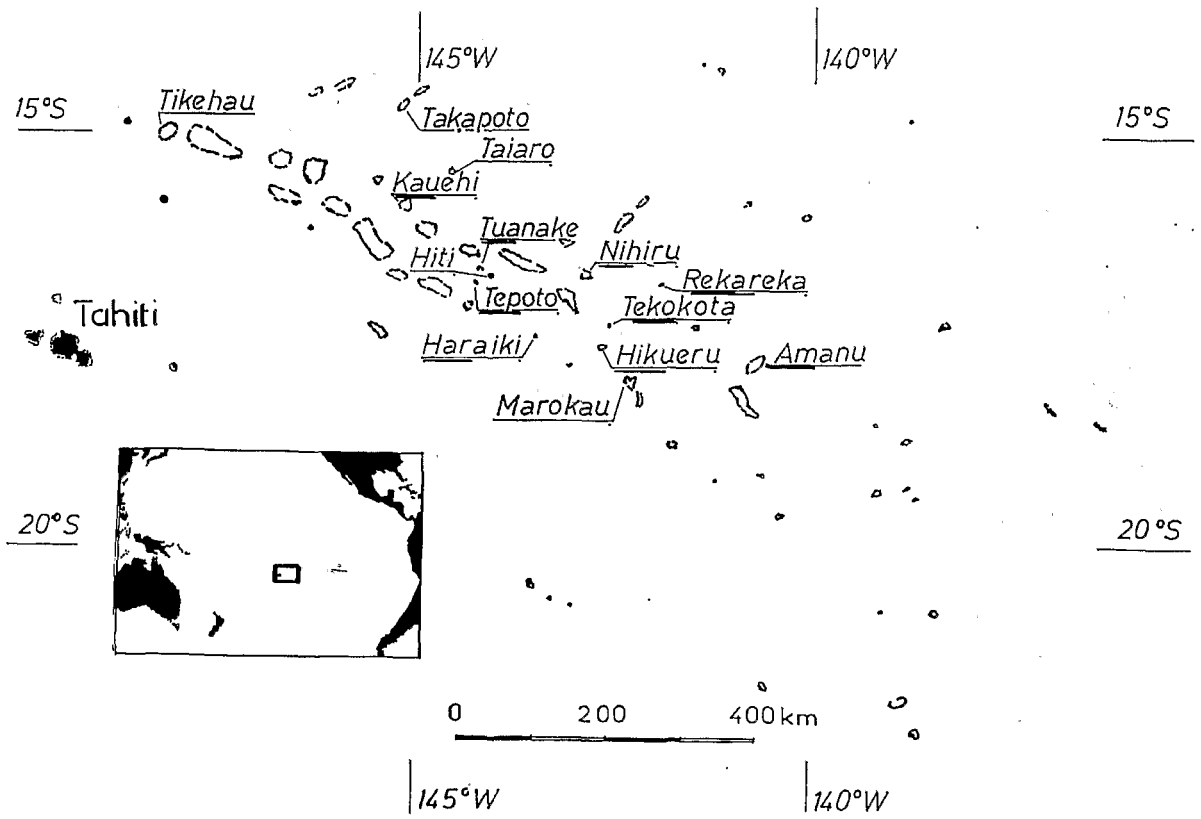
mg m^{-3}

TYPATOLL : ÉCODIVERSITÉ DES LAGONS D'ATOLLS

PARTICIPANTS : ADJEROUD M., ANDRÉFOUËT S., BERLAND B., BLANCHOT J., BONNET S., BUSCAIL R., CAUWET G., CHANCERELLE Y., CHARPY L., CHARPY C., CHEVILLON C., DELESALLE B., GARCIA N., GALZIN R., HARMELIN-VIVIEN M., HARRIS P., LE BORGNE R., MAIHOTA N., N'YEURT A., MOU THAN G., OREMPULLER J., PAYRI C., PÊCHEUX M., ROCHETTE J.P., TALBOT V., TORRÉTON J.P.

OBJECTIF

L'objectif central du programme Typatoll est de répondre à la question : "En quoi l'environnement des lagons influence-t-il leur état et leur fonctionnement?"
La finalité scientifique est de modéliser les différences de fonctionnement de différents types lagonaires. La finalité en termes de développement est de contribuer à dresser une typologie des lagons d'atolls utile pour leur gestion.
La méthode pratiquée consiste à comparer, pour différents types d'atolls, les relations entre les paramètres intralagonaires, ou variables internes, et les caractéristiques de leur environnement, ou variables forçantes.



RÉSULTATS

• Les variables forçantes

Les caractéristiques morphologiques de 49 atolls de l'archipel des Tuamotu ont été déterminées par analyse de scènes satellitaires SPOT. Dix atolls ont été sélectionnés pour les valeurs contrastées de leurs surface lagonaire, de la porosité de leur couronne récifale et de l'orientation des ouvertures par rapport aux houles dominantes. Ces 10 atolls ont été visités lors de 6 campagnes océanographiques, 3 dédiées à l'étude de la colonne d'eau et du sédiment, 3 à celles des poissons et du benthos.

Les variables forçantes ont été acquises par analyse des images SPOT (surface, porosité, morphologie et nature de la couronne), par les missions sur le terrain et analyse de la documentation (position, bathymétrie, populations et leurs activités, courants et houles océaniques, climat).
Un indice combinant la morphométrie de la couronne et la distribution moyenne des houles dans l'archipel permet de classer les lagons selon un taux potentiel de renouvellement des eaux. Son intérêt est de fournir un estimateur homogène de ce taux pour les 49 atolls dont la morphométrie est connue (cf. supra). Une calibration est en cours pour aboutir à des valeurs absolues des taux de renouvellement. Elle s'appuie sur des mesures de débits dans les hoas en relation avec la hauteur des houles et la morphologie de la couronne récifale.
Les atolls pris en compte sont localisés sur 100 000 km^2 d'océan et 4 degrés de latitude. Leur population va de 0 à 2 000 habitants. Leurs lagons ont des surfaces de 1,6 à 1 600 km^2, des profondeurs moyennes de 1 à 50 m, des porosités de 1 à 60 %. Dans quelle mesure ces amplitudes des variables forçantes influencent-elles les variables internes ?

• Les variables internes de la colonne d'eau
La quasi-totalité des paramètres de la colonne d'eau montre une remarquable homogénéité spatiale intralagonaire. En outre, les différences entre campagnes (variations saisonnières) sont généralement modérées. Il en résulte des variations intralagonaires inférieures aux variations interlagonaires (ex. fig.). Ce résultat est conforme à l'hypothèse de travail à la base du programme : les différences entre lagons ne sont pas masquées par les variations au sein des lagons.
Les valeurs extrêmes des moyennes lagonaires sont de :

salinité :	35,54 et 42,89 g/l (océan : 36,14),
transparence :	3 et 27 m (océan : 47 m),
N minéral dissous :	0,14 et 1,21 µmole/l (océan en surface : 0,13),
PO_4 :	0,03 et 0,40 µmole/l (océan : 0,21),
carbone organique dissous :	0,74 et 1,80 mg C/l (océan : 1,01),
carbone organique particulaire :	0,06 à 0,24 mg C/l (océan : 0,04),
bactérioplancton :	0,20 et 2,08. 10^6 cellules/l (océan : 0,55), 0,03
phytoplancton :	0,43 µg chl.a/l (océan : 0,05),
zooplancton :	10 et 37 µg poids sec sans cendres/l,
production bactérioplanctonique :	1,4 et 60 µgC/l/j (océan : 0,6), 0,50
production primaire à l'optimum lumineux :	19,52 µgC/l/h (océan : 0,73).

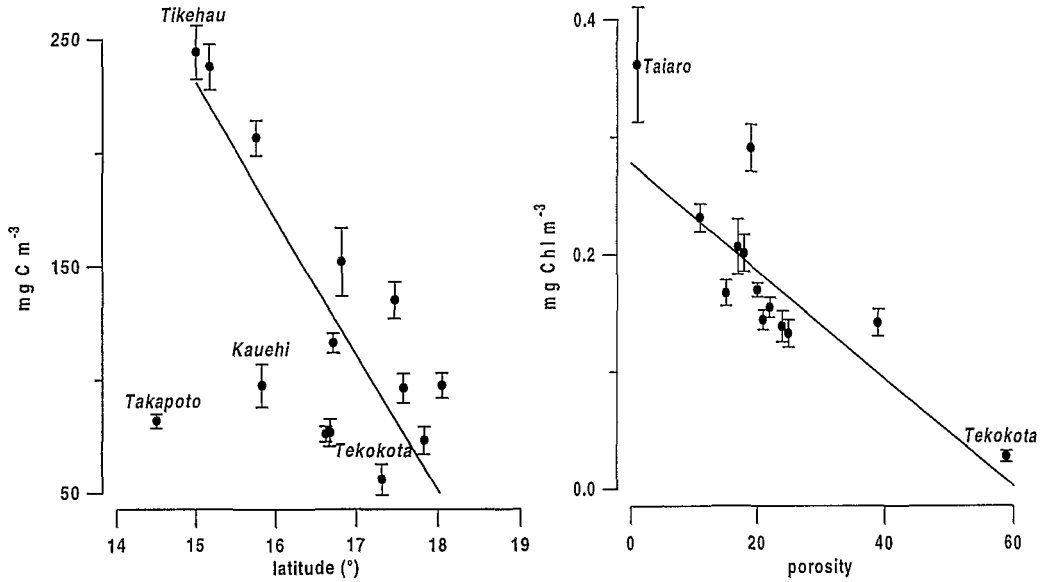
Ces amplitudes attestent d'états et fonctionnements des lagons très contrastés. On remarque que les moyennes océaniques sont souvent incluses dans la fourchette des moyennes lagonaires. D'autres résultats du programme sont soit originaux, soit étendent à une large gamme de lagons ceux connus jusqu'alors sur quelques lagons.
La biomasse et la production du picoplancton sont dominées par les picoprocaryotes sauf dans les lagons de Taiaro et Tekokota. Ces picoprocaryotes sont des cyanobactéries *Synechococcus* et des prochlorophytes *Prochlorococcus* dont l'importance relative varie selon les lagons. Le phytoplancton est contrôlé par l'azote puis le phosphore en relation avec leurs concentrations relatives *in situ*. Les autres éléments, la silice, les métaux, les vitamines et l'EDTA n'interviennent pas ou secondairement.
La biomasse des bactéries domine très largement celle du phytoplancton, d'autant plus que les lagons sont oligotrophes. La production bactérienne est bien corrélée avec la concentration en carbone organique dissous, sauf à Taiaro dont le carbone organique dissous est réfractaire. Les temps de renouvellement de la biomasse bactérienne varient selon les lagons entre 0,3 et 6 j (océan : 13 j).
Un index de confinement, l' « optical oceanic index" ou OOC basé sur les caractéristiques du spectre d'absorption des eaux dans l'UV, est proposé. Il est remarquablement relié aux taux potentiels de renouvellement et aux concentrations en carbone organique dissous mesurées indépendamment par HTCO.

• Les variables internes du sédiment, du benthos et des poissons
Contrairement aux paramètres de la colonne d'eau, l'hétérogénéité spatiale intralagonaire est significative pour les sédiments et très importante pour les communautés ichtyologiques et benthiques. Le calcul de moyennes lagonaires nécessite un échantillonnage stratifié tenant compte des

principaux biotopes et de leur importance relative dans chaque lagon. Concernant ces paramètres, les données ne sont pas encore disponibles sur tous les lagons.
Des cartes bathymétriques (jusqu'à 20 m) et de la nature du fond (jusqu'à 10 m) ont été dressées pour les lagons visités à partir des images SPOT calibrées sur le terrain. Les sédiments carbonatés purs (> 90 % de CO_3Ca) sont en majorité de types sables légèrement à moyennement gravelo-vaseux ou vases légèrement gravelo-sableuses. Les hétérogénéités intralagonaires sont fortes sans être liées à la bathymétrie. Les caractéristiques sédimentaires attestent d'un faible hyrodynamisme, transport et lessivage. Les teneurs en matières organiques de 3 à 4 % du poids sec, celles en Chl.a de 0,4 à 2,1 µg/g de poids sec tendent à être plus élevées dans les lagons les plus confinés.
Pour les poissons et le macrobenthos, 6 biotopes en rapport avec la morphologie récifale, 2 situations par rapport au vent et 2 classes de profondeurs ont été distingués. Quel que soit le lagon, les communautés les plus diversifiées et abondantes sont associées aux pinacles et aux passes, aux zones au vent et aux fonds de moins de 10 m. 32 taxons d'algues, 22 genres de coraux, 17 espèces de mollusques, 7 d'échinodermes et 284 de poissons ont été observés, ne représentant qu'une partie de ce qui est inventorié dans la région. Les moyennes lagonaires sur chaque biotope sont comparées et permettent un classement des lagons. La richesse spécifique, le recouvrement et la biomasse des algues et des coraux, la richesse spécifique, les abondances et biomasses des mollusques et des poissons augmentent avec la taille des lagons, le degré d'ouverture étant le second facteur explicatif. Seuls les échinodermes ne suivent pas cette tendance, le lagon de Nihiru étant envahi d'*Holothuria atra*. Pour les poissons, les utilisateurs de sources primaires (herbivores et planctophages) et les espèces à cycle vital long prospèrent mieux dans les lagons étendus.

CONCLUSIONS ET PERPECTIVES

Les stratégies d'échantillonnage adoptées, distinctes pour la colonne d'eau, le sédiment, les poissons et le benthos, apparaissent *a posteriori* appropriées puisqu'elles ont permis l'évaluation de moyennes représentatives de chaque lagon. Le nombre restreint de lagons qu'il était possible de visiter n'a pas permis de prendre en compte toutes les variables forçantes significatives. Nous nous sommes limités à celles qui gouvernent le temps de résidence des eaux que nous avons postulé être le principal déterminant des différences écologiques entre lagons. Les données d'une demi-douzaine d'autres lagons présentent suffisamment de cohérence avec celles du programme pour les rejoindre et accroître ainsi le nombre de variables forçantes prises en considération. Mais déjà, il est intéressant de constater que des variables forçantes distinctes sont évoquées pour expliquer les différences des moyennes lagonaires. Pour les lagons visités, la salinité augmente avec le degré d'isolement vis-à-vis de l'océan, mais il existe des lagons fermés dessalés (Niau). Les concentrations en sels nutritifs augmentent avec le confinement. Les lagons sont tous plus riches en azote minéral dissous que l'océan, mais ce n'est pas le cas pour le phosphore. Les biomasses et productions bactériennes et phytoplanctoniques sont inversement corrélées à la porosité, mais le COP l'est à la latitude (ce qui pourrait refléter l'influence de l'upwelling équatorial), tandis que les biomasses zooplanctoniques, les diversités et biomasses de poissons et benthos sont mieux reliées à la taille des lagons. Ces relations différentes traduisent la complexité des réseaux trophiques et rendent nécessaire une analyse multifactorielle mettant en relation l'ensemble des variables internes et forçantes.
L'ambition est de pousser l'exploitation des données jusqu'à une modélisation du fonctionnement des différents types lagonaires. La typologie finale devra être extrapolée aux autres atolls pour lesquels les données géomorphologiques ont été acquises. Elle sera utile aux résidents et aux gestionnaires des atolls pour les aider à choisir parmi des usages concurrents.



La concentration moyenne en carbone organique particulaire est corrélée à la latitude (à gauche), tandis que celle en chlorophylle a est corrélée à la porosité des couronnes récifales (à droite). Moyenne de toutes les mesures pour chaque lagon et erreur standard.

PUBLICATIONS À SÉLECTION ET DIFFUSION INTERNATIONALES

Charpy L., Dufour P., Garcia N., (sous presse). Particulate organic matter in sixteen Tuamotu atoll lagoons (French Polynesia). *Mar. Ecol. Prog. Ser.*

AUTRES PUBLICATIONS

Blanchot J. & Charpy L., (sous presse). Picoplanktonic structure in the subtropical Pacific Ocean : a comparison between the offshore and coastal ocean and the closed and open lagoons. *Proc. 8th Int. Coral Reefs Symp.,* Panama, 6 pp.

Charpy L. & Blanchot J., (sous presse). Relative contributions of *Prochlorococcus* and *Synechococcus* to picoplankton biomass and production of eleven Tuamotu atoll lagoons (French Polynesia). *Proc. 8th Int. Coral Reefs Symp.,* Panama, 6 pp.

Dufour P. & Harmelin-Vivien M., (sous presse). A research program for a typology of atoll lagoons: strategy and first results. *Proc. 8th Int. Coral Reefs Symp.,* Panama, 6 pp.

Pagès J., Torréton J.-P. & Andrefouët S., (sous presse). Dissolved organic matter in coral-reef lagoons, as determined by in vitro UV absorption. Preliminary results. *Proc. 8th Int. Coral Reefs Symp.,* Panama, 6 pp.

Torreton J.-P., Pagès J., Dufour P., Cauwet G., (sous presse). Bacterioplancton carbon growth yield and DOC turnover in some coral reef lagoons. *Proc. 8th Int. Coral Reefs Symp.,* Panama, 6 pp.

RAPPORTS ET DOCUMENTS, ABSTRACTS

Kulbicki M., Galzin R., Harmelin-Vivien M. & Mou Than G., 1996. Caractéristiques de l'ichtyofaune de trois atolls des Tuamotu. *ORSTOM-Nouméa; Rapp. Scient. Techn.*, 65 pp + annexes.

Pêcheux V., 1996. Biosédimentologie du lagon d'atoll de Hiti (Archipel des Tuamotu, Polynésie Française). *ORSTOM-Nouméa,Rapp. Scient. Techn.*, 24 pp.

FLUX DE CARBONE ET DE CARBONATES CHEZ LES SCLÉRACTINIAIRES A ZOOXANTHELLES

PARTICIPANTS : BOURGE I., BUDDEMEIER R.W., CAUWET G., FERRIER-PAGÈS C., FRANKIGNOULLE M., ROMAINE S.

OBJECTIF

L'objectif principal de cette opération concerne le contrôle de la photosynthèse et de la calcification des coraux par les facteurs de l'environnement (émersion, eutrophisation, chimie du système carbonate de l'eau de mer). Ces recherches de caractère « fondamental » ont de nombreuses applications dans la gestion des zones côtières ainsi que dans l'utilisation des coraux comme enregistreurs paléoclimatiques.

RÉSULTATS

1- Effet de l'émersion

La photosynthèse et la calcification d'un Scléractiniaire ont été mesurées pour la première fois en condition d'émersion. La fixation photosynthétique de CO_2 se poursuit lorsque les colonies sont émergées mais la photosynthèse nette maximale de *S. pistillata* est 3,3 fois inférieure dans l'air que dans l'eau. En revanche, l'émersion n'a pas d'effet statistiquement significatif sur la respiration. Par ailleurs, il n'y a pas de précipitation de $CaCO_3$ dans l'air, vraisemblablement en raison d'un effet limitant des ions calcium.

2- Effet de l'eutrophisation sur la calcification et la photosynthèse de *Stylophora pistillata*

Les résultats obtenus ont montré que des concentrations élevées en azote et phosphore dans le milieu entraînent une diminution de la calcification des coraux. La calcification diminue respectivement de 40, 30 et 60 % par rapport à la calcification initiale dans les bacs enrichis en azote (10-20 µM), phosphore (2 µM) et azote + phosphore. Le phosphore semble avoir l'effet le plus négatif à long terme car, contrairement à l'azote, il n'y a aucune reprise de croissance après l'arrêt de l'enrichissement. Il existe également de grandes différences de croissance entre les colonies d'une même espèce de Stylophora. Ces colonies réagissent différemment à un enrichissement du milieu en sels nutritifs (la diminution de la calcification varie entre 20 et 80 % selon la colonie).

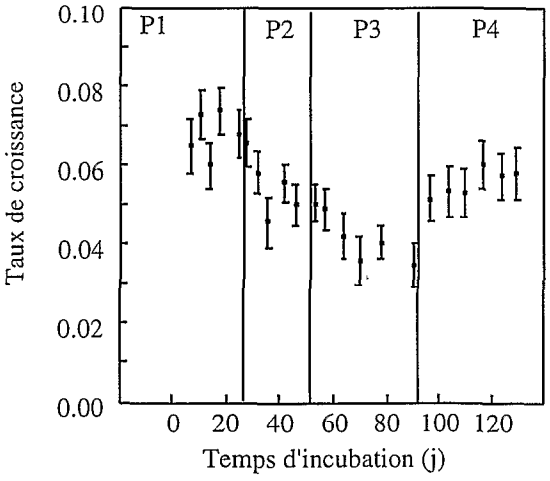


Figure 1: Effet d'un enrichissement en azote et phosphore sur la calcification. P1 : periode contrôle; P2 et P3 : ajout d' azote et de phosphore; P4 : fin de l'enrichissement.

La photosynthèse nette est par contre presque toujours supérieure en présence d'azote ou même de phosphore (jusqu'à 255% d'augmentation). De plus, ces expériences permettent de mettre en évidence une relation entre la photosynthèse et la calcification : la diminution de la calcification est moins importante chez les colonies qui présentent une augmentation de la photosynthèse nette élevée. Certaines colonies semblent donc réagir à l'eutrophisation en augmentant leur photosynthèse, ce qui permet de limiter la réduction de la calcification.

3- Chimie du système carbonate de l'eau de mer

La calcification de cinq colonies de *S. pistillata* a été mesurée dans de l'eau de mer synthétique grâce à la technique de l'alcalinité. Des saturations en aragonite variant de 109 à 540 % ont été obtenues en modifiant la concentration en calcium de l'eau de mer. Les résultats montrent que la calcification augmente de façon non linéaire en fonction de l'augmentation du degré de saturation de l'eau de mer. Elle augmente de 30 % lorsque la saturation en aragonite augmente de 109 à 390 %, ce qui correspond à la saturation naturelle de l'eau de mer. La calcification reste constante au-delà de ce seuil. Des données préliminaires suggèrent que la réponse d'*Acropora* est identique à celle observée chez *S. pistillata.*

Des expériences complémentaires visant à déterminer la réponse de la photosynthèse sont actuellement (novembre 1996) en cours. Aucun résultat sur la réponse des coraux à l'augmentation de la pression partielle en CO_2 n'a pu être obtenu avant la mi-novembre 1996 en raison de la livraison tardive de la pompe mélangeuse de gaz (juin 1996) et de difficultés rencontrées pour contrôler la pression partielle en CO_2 en circuit ouvert.

PUBLICATIONS À SÉLECTION ET DIFFUSION INTERNATIONALES

Frankignoulle M., Canon C. & Gattuso J.-P., 1994. Marine calcification as a source of carbon dioxide : positive feedback of increasing atmospheric CO_2. *Limnol. Oceanogr.,* 39 (2) : 458-462.

Frankignoulle M., Gattuso J.-P., Biondo R., Bourge I., Copin-Montégut G. & Pichon M., 1996. Carbon fluxes in coral reefs. II. Eulerian study of inorganic carbon dynamics and measurement of air-sea CO_2 exchanges. *Mar. Ecol. Prog. Ser.,*145 : 123-132.

Frankignoulle M., Pichon M. & Gattuso J.-P., 1995. Aquatic calcification as a source of carbon dioxide. *In:* M. A. Beran (ed.) *Carbon sequestration in the biosphere*, NATO ASI Series, 133 : 265-271.- Berlin: Springer-Verlag.

Gattuso J.-P., Frankignoulle M., Smith S. V., Ware J. R., Wollast R., 1996. Coral reefs and carbon dioxide. *Science*, 271: 1298-1300.

Gattuso J.-P., Payri C., Pichon M., Delesalle B., Canon C. & Frankignoulle M., sous presse. Organic production, calcification and air-sea CO_2 fluxes of an algal dominated coral reef community (Moorea, French Polynesia). *J. Phycol.*

Gattuso J.-P., Pichon M. & Frankignoulle M., 1995. Biological control of air-sea CO_2 fluxes : effect of photosynthetic and calcifying organisms and ecosystems. *Mar. Ecol. Prog. Ser.,* 129 : 307-312.

Gattuso J.-P., Pichon M., Delesalle B., Canon C. & Frankignoulle M., 1996. Carbon fluxes in coral reefs. 1. Lagrangian measurement of community metabolism and resulting air-sea CO_2 disequilibrium. *Mar. Ecol. Prog. Ser.,*145 : 109-121.

Juillet-Leclerc A., Montaggioni L., Pichon M. & Gattuso J.-P., (sous presse). Effects of calcification patterns on the oxygen isotope composition of the skeleton of the scleractinian coral *Acropora formosa. Oceanol. Acta.*

Romaine S., Tambutté E., Allemand D., Gattuso J.-P., (sous presse). Photosynthesis, respiration and calcification of a zooxanthellate scleractinian coral under exposed and submerged conditions. *Mar. Biol.*

Tambutté É., Allemand D., Bourge I., Gattuso J.-P. & Jaubert J., 1995. An improved ^{45}Ca method for investigating physiological mechanisms in coral calcification. *Mar. Biol.,* 122 (3) : 453-459.

AUTRES PUBLICATIONS

Gattuso J.-P. & Kayanne H., (sous presse). Carbon and carbonate cycling in coral reefs. *8th International Coral Reef Symposium,* Panama.

Gattuso J.-P., Pichon M., Jaubert J., Marchioretti M. & Frankignoulle M., 1996. Primary production, calcification and air-sea CO_2 fluxes in coral reefs: organism, ecosystem and global scales. *Bull.Inst.Océanogr.*, Monaco, n° spÈc. 14 (4) : 39-46.

RAPPORTS ET DOCUMENTS, ABSTRACTS

Boucher G., Clavier J. & Gattuso J.-P., 1996. Contribution of sandy bottom to the metabolism of organic and inorganic carbon of a barrier reef. *8th Int. Coral Reef Symp.* Panama, (abs).

Bourge I., Gattuso J.-P. & Frankignoulle M., 1996. Effect of aragonite saturation on calcification of zooxanthellate scleractinian corals. *8th Int. Coral Reef Symp.*Panama (abs).

Delesalle B., Boucher G., Buscail R., Clavier J., Frankignoulle M., Gattuso J.-P., Guillaume M., Harmelin-Vivien M., Le Campion T., Peyrot-Clausade M. & Pichon M., 1996. Carbon and carbonate budgets of a coral reef (Moorea, French Polynesia): a comparison of primary production and calcification with export to the ocean. *8th Int. Coral Reef Symp.* Panama, (abs).

Ferrier-Pagès C., Gattuso J.-P., Dallot S. & Jaubert J., 1996. Experimental effect of eutrophication on coral calcification. *Proc. 8th Int. Coral Reef Symp.* Panama, (abs).

Ferrier-Pagès C., Romaine S., Jaubert J. & Gattuso J.-P., 1995. Preliminary results on the effect of nitrogen and phosphorus enrichment on coral calcification. *6th International Conference on Coelenterate Biology*, 16-21 July 1995, Noordwijkerhout, The Netherlands.

Frankignoulle M., Bourge I., Canon C., Pichon M. & Gattuso J.-P., 1994. Marine calcification as a source of carbon dioxide. NATO Advanced Research Workshop on *Prospects for carbon sequestration in the biosphere*, Edinburgh, 17-22 July 1994 (poster).

Frankignoulle M., Gattuso J.-P., Bourge I., Bussers J.-C. & Pichon M., 1996. Air-sea CO_2 exchanges in coral reefs. *Proc. 8th Int. Coral Reef Symp.* Panama, (abs).

Frankignoulle M., Pichon M. & Gattuso J.-P., 1996. Coral reef metabolism and dynamics of inorganic carbon. *In: Proceedings of the International Workshop on Carbon Cycling and Coral Reef Metabolism*, Miyako Jima, 22-24 October 1995 : 35-36.

Gattuso J.-P., 1994. Biological control of air-sea CO_2 fluxes: the role of photosynthetic and calcifying marine organisms and ecosystems. *International Marine Biotechnology Conference 94.* Tromsø 8-12 Aug. 1994 (abs).

Gattuso J.-P., 1996. Carbon and carbonate budgets in coral reefs. *Colloque du Programme International Biosphère-Geosphère,* Paris 13-15 Mai 1996 (poster).

Gattuso J.-P., 1996. Productivity and calcification in recent coral reefs: effect on air-sea CO_2 fluxes. *In: Proceedings of the International Workshop on Response of Coral Reefs to Global Changes*, Tsukuba, 4-6 March 1996 : 52-63.

Gattuso J.-P., Pichon M., Delesalle B., Canon C. & Frankignoulle M., 1996. Carbon and carbonate metabolism and associated air-sea CO_2 disequilibrium in two Pacific reef flats. *8th Int. Coral Reef Symp.* Panama,(abs).

Gattuso J.-P., Pichon M. and Frankignoulle M., 1994. The effect of corals and coral reefs on air-sea CO_2 fluxes. *Joint Scientific meeting: Australian Marine Science Association, Australian Coral Reef Society and International Society for Reef Studies*, Townsville 8-11 July 1994 (abs).

Gattuso J.-P., Pichon M. & Frankignoulle M., 1996. Effect of photosynthetic and calcifying organisms and ecosystems on air-sea CO_2 fluxes. *In: Proceedings of the International Workshop on Carbon cycling and Coral Reef Metabolism*, Miyako Jima, 22-24 October 1995 : 30-34.

Gattuso J.-P., Romaine S. & Jaubert J., 1995. Preliminary results on photosynthesis and respiration of a zooxanthellate scleractinian coral under exposed and submersed conditions. *6th International Conference on Coelenterate Biology*, 16-21 July 1995, Noordwijkerhout, The Netherlands.

Marchioretti M., Bussi C., Gattuso J.-P. & Jaubert J., 1995. Growth rate of two laboratory strains of *Stylophora pistillata* (Scleractinia): environment dependent and intraspecific varaiation. *6th International Conference on Coelenterate Biology* , 16-21 July 1995, Noordwijkerhout, The Netherlands.

Pichon M., Gattuso J.-P. & Frankignoulle M., 1995. Metabolic performances and air-sea CO_2 exchanges at Yonge reef, Great Barrier Reef. *Annual Meeting of the International Society for Reef Studies* , September 1995, Newcastle.

INTERACTIONS PHOTOSYNTHÈSE-CALCIFICATION CHEZ LES SCLÉRACTINIAIRES SYMBIOTIQUES : MÉCANISMES ET RÉGULATION

PARTICIPANTS : GOIRAN C., TAMBUTTÉ E., BENAZET S., FURLA P., PRIOUZEAU F.

OBJECTIF

Chez les coraux symbiotiques, la calcification est plus ou moins fortement stimulée par la lumière. Cette stimulation fait intervenir la photosynthèse selon des modalités qui restent encore largement énigmatiques. Elle est vraisemblablement le résultat d'interactions multiples qui mettent en jeu des échanges de molécules, d'ions, de particules, d'énergie etc. Les principaux résultats obtenus par notre équipe concernent le transport de carbone inorganique et de calcium.

RÉSULTATS

Les travaux ont été réalisés au laboratoire en utilisant essentiellement deux modèles biologiques nouveaux : (a) le tentacule d'anthozoaire perfusé ou transformé en sac ou monté en chambre de Ussing (étude des propriétés de transport par le tissu oral) ; et (b) la micro-colonie de *Stylophora pistillata* incubée en présence de ^{45}Ca (étude du transport par le tissu aboral).

• Transport du carbone inorganique (Ci) destiné à la photosynthèse

La principale source de Ci sont les ions bicarbonate (HCO_3^-) qui constituent environ 90 % du Ci total présent dans l'eau de mer à pH 8,2. Les cellules de l'ectoderme oral (qui font face à l'eau de mer) ou de l'endoderme oral (qui font face au cœlentéron) possèdent les mêmes capacités d'absorption du bicarbonate. Cependant, *in vivo*, la majorité du carbone inorganique est absorbée à partir de l'ectoderme oral. L'absorption est fortement inhibée par le DIDS, ce qui indique qu'un mécanisme mettant en jeu un échangeur d'anions de type chlore/bicarbonate pourrait intervenir au niveau des membranes des cellules ectodermiques. Cette voie de transfert est transcellulaire, la voie paracellulaire ne représentant que 15 % de l'approvisionnement en carbone inorganique. Ce mode d'acquisition implique que, après avoir été absorbé par la cellule ectodermique, le carbone doit être transféré à la cellule endodermique qui contient le (ou les) symbiotes, par un mécanisme encore mal élucidé mais faisant intervenir une pompe à protons (H^+-ATPase) sensible au DES. Une anhydrase carbonique interne localisée par immunocytochimie sur la membrane de la zooxanthelle pourrait déshydrater le bicarbonate et assurer ainsi l'approvisionnement en CO_2 du chloroplaste.

• Variation de pH du liquide contenu dans le cœlentéron

Des mesures de pH (micro-électrode) et des expériences de titration (chambre de Ussing) ont permis de montrer que le liquide contenu dans la lumière du tentacule, acide à l'obscurité, devenait basique à la lumière (excrétion d'OH-). A éclairement saturant, le pH se stabilise au environ de 9,0. Cette polarité fonctionnelle, déjà démontrée pour de nombreuses macrophytes, pourrait jouer un rôle dans l'absorption du carbone inorganique et dans le couplage photosynthèse-calcification, en tamponnant les protons libérés par la calcification.

• Transport du calcium

Les ions calcium empruntent une voie paracellulaire pour arriver au contact des cellules de l'ectoderme calicoblastique (aboral) qui constituent une barrière étanche recouvrant le squelette. Ces cellules sont très allongées. Elles se chevauchent comme les tuiles d'un toit et contiennent de

nombreuses mitochondries. Les ions calcium y pénètrent par des canaux perméable au calcium de type "voltage dependent" (en cours de clonage) et sont ensuite expulsés en direction du squelette, contre un très fort gradient de concentration, vraisemblablement par une $Ca2^{+}$ ATPase.

CONCLUSION

Les travaux réalisés à l'aide de micro-coraux et de fragments de tissus ont permis de mettre en évidence les grandes lignes des mécanismes étudiés. C'est déjà un résultat appréciable, mais afin de préciser la nature des mécanismes mis en jeu, il sera indispensable d'utiliser des techniques plus fines (biologie moléculaire, microscopie confocale sur cellules isolées, électrophysiologie etc.).
L'intérêt de cette problématique dépasse largement les domaines de la physiologie cellulaire et moléculaire. En effet, une meilleure compréhension des mécanismes moléculaires (notamment leur régulation par les facteurs de l'environnement) impliqués dans le cycle du carbone et des carbonates est une contribution non négligeable à la connaissances des processus responsables du maintien des grands équilibres biogéochimiques de la planète.

PUBLICATIONS À SÉLECTION ET DIFFUSION INTERNATIONALES

Al-Moghrabi S., Allemand D. Couret J. M. & Jaubert J., 1995. Fatty acids of the Scleractinian coral *Galaxea fascicularis*. Effect of light and feeding. *J. Comp. Physiol.* 165 : 183-192.

Al-Moghrabi S., Allemand D., Goiran C., Speziale N. & Jaubert J., 1996. Inorganic carbon uptake for photosynthesis by the symbiotic coral / dinoflagellate association. 2. Mechanisms for bicarbonate uptake. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 199(2) : 227-248.

Bénazet-Tambutté S., Allemand D. & Jaubert J., 1996. Permeability of the oral epithelial layers in cnidarians. *Mar. Biol.* 126 : 43-53.

Goiran C., Al-Moghrabi S., Allemand D. & Jaubert J., 1996. Inorganic carbon uptake for photosynthesis by the symbiotic coral/dinoflagellate association. 1. Photosynthetic performances of symbionts and dependence on sea water bicarbonate. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 199 (2) : 207-225.

Tambutté É., Allemand D., Mueller E. & Jaubert J., 1996. A compartmental approach to the mechanism of calcification in hermatypic corals. *J. Exp. Biol.* 199 : 1029-1041.

Tambutté É., Allemand D., Bourge I., Gattuso J.-P. & Jaubert J., 1995. An improved ^{45}Ca method for investigating physiological mechanisms in coral calcification. *Mar. Biol.* 122 : 453-459.

AUTRES PUBLICATIONS

Jaubert J., Marchioretti M. & Priouzeau F., 1995. Carbon and calcium budgets in a semi-closed coral mesocosm. *Proc. 3rd Internat. Aquarium Congress,* (Boston, USA : avril 1993).

Tambutté É., Allemand D. & Jaubert J., 1995. The *Stylophora pistillata* microcolony: a model for studying calcium transport process during coral biomineralization. *Bull. Inst. Océanogr.,* Monaco, n° spécial 14 : 79-87.

RAPPORTS ET DOCUMENTS, ABSTRACTS

Allemand D., Goiran C. & Galgani I., 1995. Zooxanthellae experience transient ionic stress upon expulsion from coral host cells. *The sixth international colloquium on endocytobiology and symbiosis*, Tübingen.

Al-Moghrabi S.M., Marchioretti M., Allemand D., Couret J.-M. & Jaubert J., 1996. Variation in fatty acid composition of *Stylophora pistillata* microcolonies along a depth gradient from the gulf of Aqaba (Jordan). *8th Int. Coral Reef Symp,* Panama (abs).

Bénazet S., Allemand D. & Jaubert J., 1995. Flux ioniques et transport du bicarbonate à travers les feuillets épithéliaux du tentacule d'*Anemonia viridis*. *Rapp. XXXIV Congrès de la CIESM* : 156, (abs).

Bénazet-Tambutté S. & Allemand D., 1996 Confocal microscopy: a new approach for studying coral physiology and cellular biology. *8th Int. Coral Reef Symp,* Panama (abs).

Bénazet-Tambutté S., Allemand D. & Jaubert J., 1996. Transepithelial bicarbonate transport for supplying zooxanthella photosynthesis in isolated sea anemone tentacles. *8th Int. Coral Reef Symp,* Panama (abs).

Goiran C., Galgani I. & Allemand D., 1996. Zooxanthellae experience transient ionic stress upon expulsion from host cells. *8th Int. Coral Reef Symp, Panama* (abs).

Jaubert J., Allemand D., Al-Moghrabi S., Goiran C., Marchioretti M., Tambutté É. & Tambutté S., 1996. Laboratory models for coral studies. *8th Int. Coral Reef Symp,* Panama (abs).

Muscatine L., Tambutté É., Allemand D.& Jaubert J., 1996. Ultrastructure of desmoidal processes, unique extensions of mesoglea which anchor coral tissue to skeleton. *8th Int. Coral Reef Symp,* Panama (abs).

Tambutté É., Allemand D., Mueller E. & Jaubert J., 1995. ^{45}Ca transport and compartmentalization in the Scleractinian coral *Stylophora pistillata. 6th International Conference on Coelenterate Biology*, 16-21 July 1995, Noordwijkerhout, The Netherlands (abs).

Tambutté É., Allemand D., Muscatine L. & Jaubert J., 1996. The coral microcolony: a new tool for studying calcification. *8th Int. Coral Reef Symp,* Panama (abs).

Zoccola D. & Allemand D. Cloning of an L-type calcium channel involved in coral calcification. *8th Int. Coral Reef Symp,* Panama (abs).

THÈSES

Bénazet-Tambutté S., 1996. Le tissu oral des Anthozoaires : fonctionnement et rôle dans l'association symbiotique. Thèse de l'Université d'Aix-Marseille II, 241 p.

Goiran C., 1994. La symbiose entre les Scléractiniaires et les Dinoflagellés : physiologie des zooxanthelles *Symbiodinium* sp. du corail *Galaxea fascicularis*, hors de l'association symbiotique. Thèse de l'Université de Nice-Sophia Antipolis, 238 p.

Tambutté É., 1996. Processus de calcification d'un Scléractiniaire hermatypique, *Stylophora pistillata* (Esper, 1797). Croissance *in situ* à Mururoa. Thèse de l'Université de Nice-Sophia Antipolis, 295 p.

PROGRAMME INTERNATIONAL DE FORAGE PROFOND DE LA GRANDE BARRIÈRE RÉCIFALE D'AUSTRALIE : ENREGISTREMENT DES CHANGEMENTS PALÉOCLIMATIQUES ET PALÉOCÉANOGRAPHIQUES

PARTICIPANTS : CAMOIN G., BUIGUES D., FAURE G.

OBJECTIF

A partir de 2 forages (210 et 86 m de long), réalisés respectivement sur un récif de la marge externe (Ribbon Reef 5) et un récif médian (Boulder Reef) à l'Est de Cooktown (nord de la Grande-Barrière Récifale), on se propose de :

1- définir l'origine, l'âge, la structure interne et les mécanismes de croissance de la G.B.R. (établissement de modèles de croissance récifale en milieux de haute à basse énergie, relations entre croissance récifale et eustatisme) ;

2- déconvoluer les signaux paléoclimatiques et paléocéanographiques dans les sédiments (caractérisation du chimisme des eaux océaniques, relations entre amplitudes des transgressions marines et cycles astronomiques de Milankovitch) ;

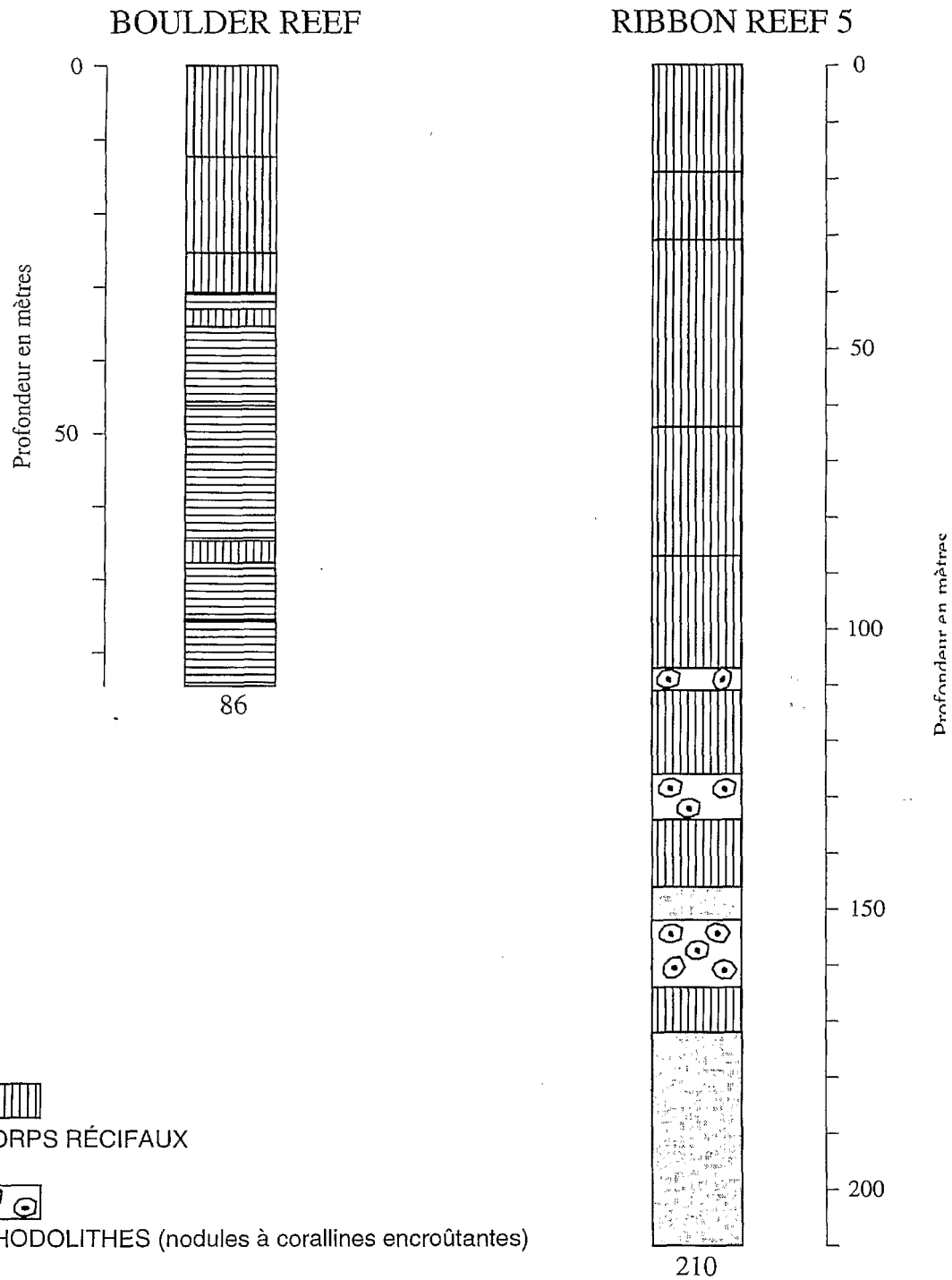
3- Tester les modèles d'évolution biologique à moyen terme (Quaternaire) et comprendre les relations entre processus biologiques et géologiques.

RÉSULTATS

Pour des raisons logistiques et financières, seuls deux forages ont été réalisés sur les 6 prévus initialement. La qualité des carottes obtenues doit permettre d'atteindre les objectifs initialement définis.

La campagne de forages ayant été menée de septembre à novembre 1995, le matériel carotté est encore en cours d'étude. Quelques résultats préliminaires peuvent cependant être présentés (Figure).

- les mesures paléomagnétiques indiquent que la totalité de la séquence carbonatée à « Ribbon 5 » est incluse dans la période de polarité normale Brunhes c'est-à-dire est datée de moins de 0,7 million d'année B.P. ;
- 8 corps récifaux, séparés par des discontinuités (induites par des abaissements du niveau marin) sont superposés l'aplomb du récif actuel de « Ribbon 5 » ;
- la base de la séquence carbonatée présente, entre 140 et 210 m de profondeur, des niveaux à nodules algaires et à accumulations de bryozoaires et de bivalves, interprétées comme des marqueurs de phases climatiques subtropicales à tempérées. La G.B.R. semble donc, en première lecture, avoir débuté il y a moins de 0,5 millions d'années, suite à un réchauffement significatif des eaux de surface ;
- la séquence traversée à « Boulder Reef » montre l'alternance de niveaux récifaux et/ou calcaires et de niveaux terrigènes, soulignant ici le contrôle de la sédimentation continentale sur le développement récifal.


BOULDER REEF
RIBBON REEF 5
0
50
Profondeur en mètres
86
0
50
100
150
200
210
CORPS RÉCIFAUX
RHODOLITHES (nodules à corallines encroûtantes)
VASES ET BOUES TERRIGÈNES À ÉLÉMENTS BIOCLASTIQUES
GRAINSTONES / PACKSTONES / WACKESTONES BIOCLASTIQUES
(sables / sables vaseux / vases sableuses) riches en corallines branchues,
bryozoaires et grands foraminifères

EFFICACITÉ DE CAPTURE ET D'UTILISATION DE LA LUMIÈRE PAR LES ZOOXANTHELLES ET UNE MACROPHYTE CALCIFIÉE. ADAPTATION DU CORTÈGE PIGMENTAIRE

PARTICIPANTS : MARITORENA S., MOREL A., CLAUSTRE H.

OBJECTIF

Déterminer les variations de différents paramètres liés à la photo-adaptation (pigments, absorption lumineuse, paramètres photosynthétiques) des zooxanthelles de *Pocillopora verrucosa*, des zooxanthelles de culture de *Galaxea fascicularis* et de *Hydrolithon onkodes*, algue rouge calcifiée.

RÉSULTATS

• Zooxanthelles extraites de *Pocillopora verrucosa*

La proportion des caroténoïdes photoprotectants est plus importante en surface qu'en profondeur et durant l'été austral. Ceci montre le rôle des pigments algaux dans la photoprotection.

A l'inverse, les caroténoïdes photosynthétiques voient leur proportion relative augmenter avec la profondeur. Les concentrations intracellulaires en chlorophylle a et l'évolution des pigments accessoires avec la profondeur expliquent assez bien les variations de l'absorption spécifique. L'évolution des paramètres photosynthétiques (aB, PBmax, ϕmax) oppose la zone 0-10 m aux eaux plus profondes. Les tendances observées suggèrent que la photoadaptation résulte de différents processus : modification de la taille des unités photosynthétiques, modification du transport d'électron et/ou de l'activité de la RubisCO.

Les résultats confirment que l'animal-hôte joue un rôle important dans la photoprotection du système symbiotique. Enfin, les variations assez faibles de l'absorption spécifique et des paramètres photosynthétiques suggèrent que le polype et le squelette contribuent à créer un environnement lumineux très constant pour les zooxanthelles.

• Zooxanthelles de *Galaxea fascicularis* en culture

L'analyse des données est en cours. L'obtention simultanée de données d'absorption et de spectrofluorimétrie de très bonne qualité devrait permettre de déterminer l'efficacité du transfert d'énergie entre les pigments accessoires et la chl.a et d'apprécier le rôle photosynthétique ou photoprotectant des différents pigments étudiés. L'influence du "package effect" sur l'absorption sera également abordée.

• Corallinacée

Les quatre classes de thalles échantillonnées à partir de la couleur apparente ont été confirmées par les taux relatifs des différents pigments. Le rapport pigment rouge/chl.a augmente avec la diminution de l'éclairement dans l'habitat de l'algue, tandis que celui des caroténoïdes totaux/chl.a évolue inversement. Le rapport pigment bleu/chl.a reste constant quel que soit l'environnement lumineux. L'augmentation du pigment rouge avec la diminution de l'éclairement reflèterait une photoadaptation de l'algue qui compense la baisse d'éclairement par une augmentation du pigment dans les antennes collectrices des PSU.

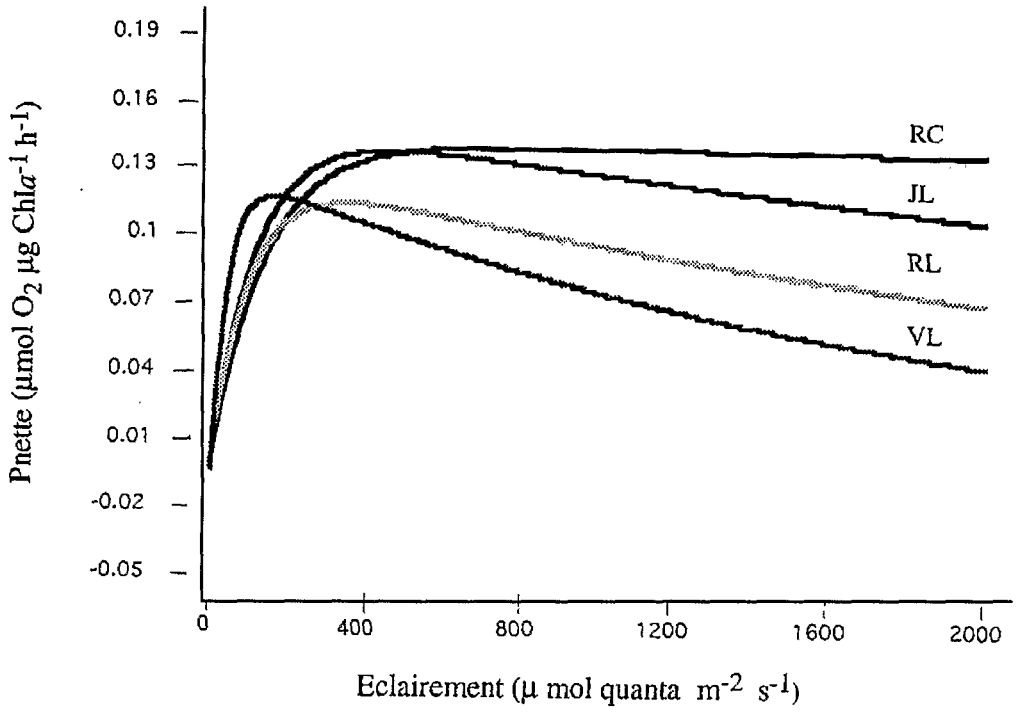
Les coefficients d'absorption spécifique de la chl.a sont les plus forts dans le bleu (chl.a et car.) et dans le rouge (chl.a) quelle que soit la classe de couleur et diminuent, aux faibles longueurs d'ondes, avec la diminution de l'éclairement en rapport avec les concentrations en caroténoïdes.

Les paramètres photosynthétiques extraits des courbes PvsE montrent que les pentes augmentent avec la diminution de l'éclairement dans le biotope. Les Pmax évoluent dans le sens contraire.

RAPPORTS ET DOCUMENTS, ABSTRACTS

Bonnafous L., Maritorena S. & Payri C., 1995. Photoadaptation by the zooxanthellae of *Pocillopora verrucosa* from a Tahitian reef (French Polynesia). Poster et abstract présentés aux *"Colloques Internationaux de l'Année Pasteur - Microbes, Environnement, Biotechnologies"* Papeete, Tahiti, 8-12 mai 1995. J.P. Aubert & P.M.V. Martin (Eds), p. 178 (Abst).

Maritorena S., Bonnafous L., Claustre H., Babin M., Payri C. & Morel A., 1996. Photoadaptation with depth by the zooxanthellae of *Pocillopora verrucosa. Proc. 8th Int. Coral Reef Symp,* Panama, (abs).



Réponse écophysiologique de l'algue rouge corallinacée *Hydrolithon onkodes* en fonction du biotope de croissance (RC : crête alale ; JL : lagon, forte exposition au rayonnement solaire incident ; RL : lagon, faible exposition et VL : lagon, très faible exposition lumineuse).

BUDGET DES CARBONATES DANS DEUX MODÈLES RÉCIFAUX INDO-PACIFIQUES (ÎLES DE LA RÉUNION ET DE MOOREA) : CONTRIBUTION DES COLONIES CORALLIENNES ET DE LEURS BIOÉRODEURS

PARTICIPANTS : LE CAMPION T., HARMELIN-VIVIEN M., PARI N., CHAZOTTES V., GUILLAUME M., CONAND C., CUET P., LETOURNEUR Y., FAURE G.

OBJECTIF

Le but du programme était de quantifier les apports des organismes constructeurs et bioérodeurs aux bilans actuels des carbonates de récifs d'îles hautes afin de pouvoir en déduire et comparer leurs états de vitalité et de croissance potentielle.

RÉSULTATS

Cette étude comparative du budget des carbonates de deux secteurs récifaux de Mooréa (Tiahura) et de La Réunion (Trou d'Eau) montre que, malgré des bilans calcification/dissolution sensiblement équivalents pour des stations comparables (8,3 kg de $CaCO_3$ m^{-2} an^{-1} à la Réunion et 7,7 kg $CaCO_3$ m^{-2} an^{-1} à Mooréa), ces récifs ont un fonctionnement différent.

A Trou d'Eau, malgré un recouvrement en coraux vivants globalement plus faible (9 à 21 %) qu'à Tiahura (10 à 36 %), on observe, sur l'ensemble du platier récifal, une calcification par les coraux supérieure à l'érosion par les organismes brouteurs. Sur le récif de Tiahura, seule la station du platier externe présente un bilan calcification/érosion par les brouteurs positif. Cette différence est vraisemblablement liée à la différence des peuplements d'organismes constructeurs et érodeurs. A Trou d'Eau, le genre de madréporaire dominant est *Acropora* qui a un taux de calcification élevé (8,6 g cm^{-2} an^{-1}) alors qu' à Tiahura le genre dominant est *Porites* avec un taux de calcification beaucoup plus faible (en moyenne 1,2 g cm^{-2} an^{-1}). En ce qui concerne les organismes brouteurs, *Echinometra mathaei* peut être considéré comme le seul agent de la bioérosion sur le platier de Trou d'Eau (8,3 kg de $CaCO_3$ m^{-2} an^{-1} sur le platier externe, 2,9 kg de $CaCO_3$ m^{-2} an^{-1} sur le platier interne et seulement de 0,4 sur l'arrière récif). A Tiahura, l'érosion est le fait des oursins *Diadema savignyi*, *Echinothrix diadema*, *Echinometra mathaei* et des poissons Scaridae. Elle atteint les valeurs de 5,9 kg de $CaCO_3$ m^{-2} an^{-1} sur le platier externe, de 8,1 kg de $CaCO_3$ m^{-2} an^{-1} sur le platier interne et 7,4 kg de $CaCO_3$ m^{-2} an^{-1} sur l'arrière récif et 3,7 kg de $CaCO_3$ m^{-2} an^{-1} sur le frangeant.

Les différences entre les deux édifices se retrouvent aussi dans les flux de particules qui, toujours pour des stations comparables, sont, nettement plus importants sur le récif de la Réunion que ceux enregistrés à Mooréa (au moins quatre fois supérieurs). Leurs compositions différent également : sur la Réunion, prépondérance des algues calcaires (40 à 55 %) et des débris de coraux (19 à 24 %) et à Mooréa la contribution des coraux à la sédimentation est plus élevée (globalement supérieure à 30 %) et peut ainsi dépasser celle des algues calcaires (27 à 43 %).

La bonne vitalité (bilan de calcification/dissolution de 8,2 kg de $CaCO_3$ m^{-2} an^{-1}) du récif de Trou d'Eau se traduit par une dynamique élevée de croissance (6,5 à 11,2 kg de $CaCO_3$ m^{-2} an^{-1}) et d'érosion (2,9 à 8,3 kg de $CaCO_3$ m^{-2} an^{-1}) et par des flux particulaires importants sur l'ensemble du récif (6 à 11,3 kg de $CaCO_3$ m^{-2} an^{-1}).

A Tiahura, le récif-barrière montre également une bonne vitalité (7,7 kg de $CaCO_3$ m^{-2} an^{-1}), cependant la vitesse de croissance corallienne est plus faible(1,3 à 6,8 kg de $CaCO_3$ m^{-2} an^{-1}) avec une érosion élevée (5 ,9 à 8,1 kg de $CaCO_3$ m^{-2} an^{-1}) et un flux de particules faible (1,4 à 2,5 kg $CaCO_3$ m^{-2} an^{-1}).

MOOREA			LA REUNION		
calcification/dissolution 7,7 kg $CaCO_3$ m^{-2} an^{-1}			calcification/dissolution 8,2 kg $CaCO_3$ m^{-2} an^{-1}		
calcification coraux (kg $CaCO_3$ m^{-2} an^{-1})		bioérosion	calcification coraux (kg $CaCO_3$ m^{-2} an^{-1})		bioérosion
B1	6,8	5,9	TR1	6,5	8,3
B2	3,2	8,1	TR2	11,2	2,9
B3	1,3	7,4	TR3	0,4	0,5
F	3,0	3,7			
sédimentation (kg $CaCO_3$ m^{-2} an^{-1})			sédimentation (kg $CaCO_3$ m^{-2} an^{-1}		
B1	2,2 ± 1,0		TR1	11,3 ± 2,0	
B2	1,4 ± 0,4		TR2	6,0 ± 1,1	
B3	2,5 ± 0,5		TR3	10,0 ± 6,2	
F	4,1 ± 1,5				
Madréporaires : 32 à 46 % Algues calcaires : 27 à 43 %			Madréporaires : 19 à 24 % Algues calcaires : 40 à 55 %		

Flux de carbonates sur les récifs de Mooréa (Polynésie française)
et de Trou d'Eau (Ile de la Réunion).

PUBLICATIONS À SÉLECTION ET DIFFUSION INTERNATIONALES

Chazottes V., (sous presse). Etude expérimentale de la bioérosion et de la sédimentogénèse en milieu récifal : effets de l'eutrophisation (Ile de la Réunion, océan Indien). *C.r. Acad. Sci. Paris.*

Chazottes V., Le Campion-Alsumard T., Peyrot-Clausade M., 1995. Bioerosion rates on coral reefs: interactions between macroborers, microborers and grazers (Moorea, French Polynesia). *Paleogeogr. Paleoclim. Paleoecol.,* 113 : 189-198.

Le Campion-Alsumard T., Golubic S. & Hutchings P., 1995. Microbial endoliths in skeletons of live and dead corals *Porites lobata* (Mooréa, French Polynesia). *Mar. Ecol. Prog. Ser.,* 117 : 149-157.

Peyrot-Clausade M., Le Campion-Alsumard T., Hutchings P., Le Campion J., Payri C., Fontaine M.F., 1995. Initial bioerosion and bioaccretion on experimental substrates in high island and atoll lagoons(French Polynesia). *Oceanol. Acta,* 18 : 531-541.

Polunin N., Harmelin-Vivien M. & Galzin R., 1995. Contrasts in algal food processing among five herbivorous coral-reef fishes. *J. Fish. Biol.*, 47 : 455-465.

AUTRES PUBLICATIONS

Conand C., Chabanet P., Cuet P., & Letourneur Y., .(sous presse). The carbonate budget of a fringing reef in La Réunion Island (Indian Ocean sea urchin and fish bioerosion and net calcification. *Proc. 8th Int. Coral reef congr.,* Panama, 6 pp.

Delesalle B., Boucher G., Buscail R., Clavier J., Frankignoulle M., Gattuso J.-P., Guillaume M., Harmelin-Vivien M., Le Campion T., Peyrot-Clausade M., Pichon M., (sous presse). Carbon and carbonate budgets of a coral reef (Moorea, French Polynesia) : a comparison of primary production and calcification with export to the ocean. *Proc. 8th Int. Coral reef congr.,* Panama, 6 pp.

Peyrot-Clausade M., Chazottes V. & Pari N., (sous presse). Bioerosion in the carbonate budget of two Indo-Pacific reefs: La Réunion Island (Indian Ocean) and Moorea (Pacific Ocean). *Historical Biology.*

RAPPORTS ET DOCUMENTS, ABSTRACTS

Conand C., Heeb M., Peyrot-Clausade M. & Fontaine M.F., 1996. Evaluations of bioerosion by the sea urchin *Echinometra*, on several sites of a fringing reef in la Réunion Island (Indian Ocean) and comparison with Tiahura reefs (French Polynesia). *Proc. Int. Congr. Echin.* San Francisco, Août 1996

Pari N., 1995. The boring sponges in reef bioerosion: first results on the La Saline fringing reef (Reunion Island, Indian Ocean). Biology and geology of coral reefs, *European meeting of the Int.Soc.Reef Stud.*

ÉTUDE DU DERNIER INTERGLACIAIRE DANS UNE ZONE TROPICALE TECTONIQUEMENT STABLE : LA RIVE OCCIDENTALE ÉGYPTIENNE DE LA MER ROUGE

PARTICIPANTS : REYSS J.L., ORZAG F., CHOUKRI A., TURPIN L., BALTZER F.

OBJECTIF

Etude des effets sédimentaires, sur rivage tropical à récifs coralliens, des variations du Niveau Moyen de la Mer. Unicité et durée de l'épisode 5e. Problèmes méthodologiques de la signification altimétrique des faciès et des erreurs sur les mesures d'âge radiométriques.

RÉSULTATS

La stabilité de la plus grande partie du rivage égyptien a permis de préciser l'altimétrie de ce haut niveau et de mieux apprécier les causes d'erreur sur l'âge radiométrique (diagenèse en relation avec la proximité d'eaux marines) (médiane 123,5 ka sur 50 datations). L'utilisation de plusieurs types d'objets de datation (coraux, échinides, mollusques, gypse) a été expérimentée favorablement. Dans les sites peu soulevés, une très brève baisse du niveau de la mer, plus bas que dans l'actuel, est mise en évidence par une érosion postérieure à l'édification de récifs frangeants à + 6/10 m, suivie par une remontée au-dessus du niveau actuel, mais inférieure d'environ 3 m à la culmination récifale. La baisse coïncide avec un refroidissement souvent indiqué par les isotopes de l'oxygène océanique, considéré jusque-là comme sans influence sur le niveau marin. Les lagunes à mangroves évoluant en salines gypseuses localement suivies d'un lac, indiquent une évolution climatique vers un épisode plus humide, malgré la présence d'évaporites. La préexistence de l'isthme de Suez est confirmée. De nombreuses informations sont aussi acquises dans l'Holocène : optimum à niveau marin supérieur à l'actuel d'environ 1 m, extension des mangroves jusqu'au golfe de Suez.

PUBLICATIONS À SÉLECTION ET DIFFUSION INTERNATIONALES

Choukri A., Reyss J.L. & Plaziat J.-C., 1995. Datations radiochimiques des hauts niveaux marins de la côte égyptienne de la mer Rouge au moyen de radioles d'oursins. *C.R. Acad. Sci., Paris.*, 321 : 25-30.

Plaziat J.-C., 1995. Modern and fossil mangroves and mangals : their climatic and biogeographic variability. From Bosence, D.W.J. & Allison, P.A. (eds), 1995, Marine palaeoenvironmental analysis from fossils,. *Geological Society Special Publication*, 83 : 73-96.

Plaziat J.-C., Baltzer F., Choukri A., Conchon O., Freytet P., Orszag-Sperber F., Purser B., Raguideau A. & Reyss J.L., 1996. Quaternary marine and continental sedimentation in the N Red Sea and Gulf of Suez (Egyptian Coast). Influences of rift tectonics, climatic changes and sea level fluctuations. in: The Red Sea - Gulf of Aden Rift System and its sedimentary expressions, *edited by B.H. Purser and D. Bosence*. sous presse, Chapman & Hall.

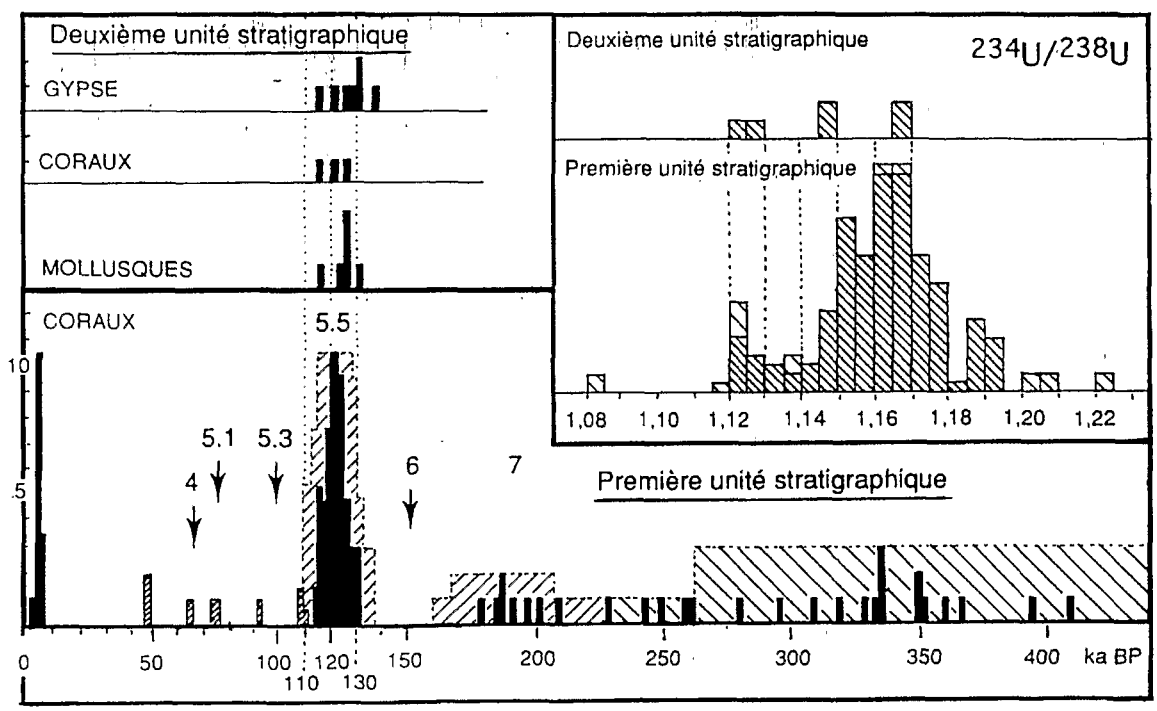
RAPPORTS ET DOCUMENTS, ABSTRACTS

Plaziat J.-C., Baltzer F., Choukri A., Conchon O., Freytet P., Orszag-Sperber F., Purser B., Raguideau A. & Reyss, J.L., 1995. Quaternary changes in the Egyptian shoreline of the North-Western Red Sea and Gulf of Suez. *Quaternary International.*, 29-30 : 11-22, 8 fig.

Plaziat J.-C., Reyss J.L., Choukri A., Orszag-Sperber F., Purser B.H. & Baltzer F., 1996. U/Th chronology of the reefal deposits of the Egyptian Red Sea and Gulf of Suez. *17 th Regional African European Meeting of Sedimentology*, IAS, Sfax, Tunisia, march 26-28 th 1996. résumé p. 213.

THÈSE

Choukri A., 1994. Application des méthodes de datation par les séries de l'uranium à l'identification des hauts niveaux marins de la côte égyptienne de la mer Rouge au moyen de coraux, radioles d'oursins et coquilles. Thèse Sc., Université de Rabat. 192 p.



VARIABILITÉS ENVIRONNEMENTALES ET CROISSANCE RÉCIFALE AU COURS DU DERNIER CYCLE GLACIAIRE

PARTICIPANTS : BARD E., CABIOCH G., HAMELIN B., JUILLET-LECLERC A., TURPIN L., MONTAGGIONI L., ARNOLD M., BUIGUES D., FAURE G., LABEYRIE L., THOMASSIN B., DUPLESSY J.C., GUILLAUME M., JOUANNIC C.

OBJECTIF

Évaluation des conséquences des variations du niveau marin et de la température de surface des océans sur la structure et la répartition en latitude des récifs coralliens.
Grâce à une approche interdisciplinaire, nous étudierons les marqueurs des changements environnementaux, afin de reconstruire la courbe des variations du niveau marin, de restituer la température des eaux ambiantes ($^{18}O/^{16}O$ et Sr/Ca des bandes de croissance des coraux), la composition des peuplements et le taux de croissance moyen du récif.

RÉSULTATS

Le programme prévoyait de réaliser des forages à Tahiti (18°S) et à Manihi (14°S) sur financement PNRCO et ORSTOM, et en Nouvelle-Calédonie sur l'ensemble de la série récifale holocène et pléistocène sur financement ORSTOM. La foreuse ayant été livrée plus tard que prévu, les forages n'ont pu être réalisés à la saison prévue à Tahiti et ont dû être reportés à 1995. D'autre part, le retard pris sur le plan analytique (pannes d'équipement, déménagement du CEREGE de Marseille à Aix) a conduit à retarder le programme sur ce plan. Il a donc été décidé de ne pas demander au PNRCO la 3ème année de financement, qui comportait la réalisation de la 2ème série de forages et le financement de son exploitation. Par ailleurs, l'exploitation des forages réalisés sur la couronne de l'atoll de Mururoa a été menée à bien (Thèse Ebren, 1996).
Trois forages (1 vertical, 2 inclinés à 30 % par rapport à la verticale) ont été réalisés en mai-juin 1995. Ils ont continûment traversé un récif holocène jusqu'à 88 m de profondeur, où un âge de 14 000 ans a été obtenu. Le récif holocène, non calcitisé, repose sur la surface d'un récif ancien entièrement calcitisé, qui pend vers le large avec un angle d'environ 9°. L'ensemble récifal a une largeur de plusieurs centaines de mètres et la surface actuelle de cet ensemble est constituée par une plate-forme qui s'immerge progressivement jusqu'à la rupture de pente du talus récifal, disposition probablement homothétique du récif ancien calcitisé.
Le taux de subsidence (0,2 mm/an) admis jusqu'ici pour l'île de Tahiti, île volcanique jeune de type "point chaud", apparaît faible en comparaison de celui estimé pour les îles d'Hawaï et de Maui (2 mm/an), d'origine comparable. A raison d'un tel taux, la plate-forme récifale calcitisée à 88 m de profondeur aurait, si elle est relative à un haut niveau marin ancien, comme les observations morphologiques et sédimentologiques donnent à penser, un âge d'environ 450 000 ans (stade 1-1), ce qui est peu probable compte tenu de l'existence de plusieurs hauts niveaux marins (interglaciaires 9, 7 et 5) comparables à l'actuel depuis cette époque. En l'absence d'arguments géochronologiques et paléothermométriques, l'hypothèse la plus plausible actuellement serait d'attribuer ce récif ancien calcitisé au dernier interglaciaire (stades 5e à 5a), ce qui impliquerait une subsidence supérieure ou égale à 0,7 mm/an, plus conforme au contexte d'édifice volcanique. Toutefois, une telle hypothèse - qui ne fait pas l'unanimité parmi les participants du programme - est insuffisamment contrainte pour l'instant pour être considérée autrement qu'une hypothèse de travail.

• Etudes sédimentologiques

Les études sédimentologiques (Montaggioni et al., soumis) réalisées sur les forages du récif holocène ont montré que la stratégie de croissance était de type "keep up", ce qui conduit à admettre des taux d'accrétion verticale de 9 à 21 mm/an, et probablement supérieurs pendant certains épisodes de la transgression postglaciaire. Les conditions de croissance récifale régnant à Tahiti depuis 14 000 ans ont donc été optimales, conduisant à l'édification par croissance verticale d'un récif, dont la plate-forme sommitale fait 200 m de large. Les encroûtements micritiques, qui constituent le constituant dominant de certaines parties de ce récif, ont été interprétés comme des structures microbiennes, sur la base de leur morphologie, de la présence de restes d'organismes microbiens et des données géochimiques. La formation des microbialithes est liée à l'activité de nannobactéries et, à un degré moindre, de cyanobactéries (Camoin *et al,* soumis). Les microbialithes forment généralement le dernier stade d'encroûtement et se développent sur les Madréporaires ou, plus communément, sur les encroûtements formés par les Algues Rouges, les Gastéropodes Vermétides et les Foraminifères encroûtants. Les vitesses de croissance élevées du récif indiquent que le développement des microbialithes n'a pas entravé celui des organismes constructeurs et encroûtants, mais qu'il a contribué à la forte activité de construction du récif. Des concentrations élevées en Al, Si et Fe dans les croûtes micritiques pourraient indiquer des apports terrigènes élévés au niveau du récif, dus à des décharges occasionnelles d'eau douce, probablement enrichies en éléments nutritifs (Camoin *et al,* soumis). Ces apports épisodiques pourraient expliquer la prolifération périodique des communautés microbiennes, probablement sous la surface du platier récifal vivant.

• Géochimie : Datations ^{230}Th par TIMS et ^{14}C par AMS des forages de Polynésie Française et de Nouvelle-Calédonie

Les datations des forages P6 et P7 ont été terminées et publiées (Bard et al. 1996). De nouvelles datations ont été effectuées au CEREGE sur la base du forage P8 (4 âges U/Th et 4 ^{14}C). Ces analyses confirment l'âge d'un hiatus vers 14 000 ans BP (l'échantillon le plus profond est daté d'environ 13 800 ans BP par ^{230}Th et 12 000 ans BP par ^{14}C). Les analyses radiochronologiques des forages P8-P9-P10 sont poursuivies dans le cadre du DEA et de la thèse de G. Ménot.

Des datations ont été obtenues sur les forages inclinés de Mururoa : la base de la série holocène a été datée de 8 400 « ^{230}Th » ; par ailleurs, le stade isotopique 2 (dernière glaciation) représenté par un ciment aragonitique situé à -166 m, daté de 23.500 « ^{230}Th », et par un corail situé à -169 m, daté de 17 200 « ^{230}Th » a été mis en évidence.

En Nouvelle-Calédonie, la recolonisation du récif-barrière à l'holocène ne semble pas avoir commencé avant 8 200 ans BP (U/Th), ce qui apparaît conforme à l'hypothèse que, dans les régions péritropicales, la construction des récifs ne pourrait intervenir que pendant les périodes chaudes, c'est-à-dire interglaciaires, auxquelles correspondent les hauts niveaux marins, en première approximation comparables au niveau marin actuel.

• Sr/Ca et U/Ca sur les colonies de *Porites* de Tahiti

Un profil de plus de 50 analyses Sr/Ca a été réalisé pour 5 sclérobandes annuelles échantillonnées sur une colonie de *Porites* datée de 12 700 ans cal BP (forage P7). Le profil Sr/Ca est caractérisé par une faible dispersion des données (dev. st. ≈ 1 °C) et par une saisonnalité peu marquée. En utilisant la calibration de Beck et al. (1993, Science 264) ou celle que nous avons obtenue pour les *Porites* de Nouvelle-Calédonie (voir ci-dessous), il est possible de calculer une paléotempérature moyenne de l'ordre de 23 °C. Cette valeur est inférieure à la température moyenne actuelle, qui est d'environ 27 °C. La valeur du rapport $^{238}U/^{40}Ca$ observée pour cet échantillon est d'environ 1.19 micromole/mole, ce qui confirmerait une baisse significative de la température. Afin de mieux interpréter les augmentations des rapports Sr/Ca et U/Ca observées pour le *Porites* fossile, nous analysons une colonie actuelle équivalente prélevée directement sur le platier corallien au-dessus du forage P7.

• Sr/Ca et U/Ca sur les colonies de *Porites* de Nouvelle-Calédonie

Dans le cadre de la thèse de C. Castellaro, deux colonies de *Porites* massifs ont été échantillonnées afin d'obtenir des calibrations valables pour le lagon de Nouvelle Calédonie. Environ 180 valeurs des rapports Sr/Ca et U/Ca ont été mesurées pour les sclérobandes couvrant la dernière décennie. La calibration Sr/Ca vs SST est en bon accord avec celle dérivée par Beck et al. (1993). Par contre, la calibration U/Ca vs SST est statistiquement différente de celle obtenue par Min et al. (1994), ce qui indiquerait que cet index est probablement influencé par d'autres paramètres que la température de l'eau.

Deux échantillons de *Porites* fossiles provenant des forages réalisés dans le lagon ont aussi été analysés (environ 80 mesures des rapports Sr/Ca ou U/Ca). Les mesures Sr/Ca de l'échantillon, daté de 5 700 ans BP, impliquent un refroidissement faible de l'ordre de 1°C. Par contre, les rapports U/Ca et $^{18}O/^{16}O$ indiqueraient des refroidissements beaucoup plus importants (> 3 °C) si leurs variations étaient interprétées en terme de température. Des changements synchrones, mais faibles, de la température (baisse) et de la salinité (augmentation) permettraient peut-être d'expliquer l'ensemble des variations observées. Cette hypothèse est en cours de vérification sur une autre colonie datée de 5 900 ans BP (analyses $^{18}O/^{16}O$ en cours).

POUR INFORMATION (OPÉRATIONS CONNEXES AU PROGRAMME PNRCO)

Forages en Nouvelle-Calédonie

En 1995, un forage réalisé sur crédits propres par l'ORSTOM sur l'îlot Amédée, à l'arrière du récif-barrière de Nouvelle-Calédonie, dans une zone de subsidence plus forte que celle de l'îlot Ténia (0, 14 au lieu de 0,11 $mm.an^{-1}$), a permis de traverser 126 m de séries récifales avant d'atteindre le substratum d'un haut-fond péridotitique. Dans les 70 premiers mètres non calcitisés, on observe 7 discontinuités représentant peut-être autant d'épisodes émersifs. Les 28 datations U/Th par TIMS, réalisées par L. Turpin, confirment, en première analyse, la validité des discontinuités supérieures jusqu'au stade 9.

Comparaison des marqueurs Sr/Ca et $^{18}O/^{16}O$ sur les *Acropora* de Tahiti

Cette étude est destinée à déterminer des critères objectifs de la qualité d'un échantillon préalablement à son analyse dans un but paléoenvironnemental. Nous avons étudié l'influence de la diagénèse en analysant les Acropores de la carotte P6 datés entre 10 000 et 3 000 ans BP (Ribaud-Laurenti 1995). Nos analyses (environ 125 mesures Sr/Ca) démontrent l'existence de remobilisation du Sr et/ou la présence de précipitations secondaires qui influenceraient notablement les marqueurs Sr/Ca et $^{18}O/^{16}O$, sans affecter la teneur en calcite (Ribaud-Laurenti et al. 1996).

Sr/Ca sur les échantillons de cultures de *Stylophora* et d'*Acropora*

En collaboration avec J.-P. Gattuso sont étudiées des colonies des genres *Stylophora* et *Acropora* cultivées à l'Observatoire Européen de Monaco. Le but est d'obtenir des calibrations fiables en analysant des coraux qui poussent à des températures différentes. L'analyse de ces échantillons posant des problèmes spécifiques (petite taille et présence d'une matrice organique abondante), nous avons d'abord mis au point une technique d'oxydation de la matière organique préalable à la mesure du rapport Sr/Ca. De plus, nous avons échantillonné et analysé l'eau du milieu de culture, afin d'obtenir une calibration exacte.

Études dans l'océan Indien

Rappelons qu'un certain nombre de participants à ce projet PNRCO sont aussi impliqués dans un projet sur une problématique identique dans l'océan Indien, dont il a été fait état lors de la demande initiale. Ce projet, partiellement financé dans le passé par le PNRCO (projet Mayotte) a reçu un financement de la CEE. Les publications afférentes figurent donc dans la liste bibliographique qui suit.

CONCLUSIONS

Les résultats confirment la capacité du milieu récifal corallien à suivre la montée du niveau de la mer, même dans ses périodes d'accélération, à condition que les conditions environnementales soient favorables. L'abaissement de 4 °C de la température moyenne de surface de la mer à Tahiti (lat. 18 ° S) vers 13 000 ans BP (âge U/Th) ne semble pas avoir constitué un handicap à cette latitude. Il reste une inconnue concernant la capacité de construction entre le maximum glaciaire et 14 000 ans BP.
En Nouvelle-Calédonie (lat. 22 ° S), la température moyenne de surface de la mer semble avoir été encore de 1 °C inférieure à l'actuelle vers 5 700 ans BP (âge C^{14}). Dans cette zone péritropicale, la température a bien dû pouvoir jouer le rôle de facteur limitant peu ou pas d'édification corallienne antérieure à 8 200 ans BP (âge U/Th)), du fait probablement de l'augmentation de la saisonnalité liée au refroidissement et des températures trop défavorables de la saison froide.

PUBLICATIONS À SÉLECTION ET DIFFUSION INTERNATIONALES

Bard E., Hamelin B., Arnold M., Montaggioni L.F., Cabioch G., Faure G. & Rougerie F., 1996. Deglacial sea level record from Tahiti corals and the timing of global meltwater discharge. *Nature,* 382 (6588) : 241-244.

Cabioch G., Montaggioni L.F. & Faure G., 1995. Holocene initiation and development of New Caledonian fringing reefs, South-West Pacific. *Coral Reefs,* 14 (3) : 131-140.

Cabioch G., Récy J., Jouannic C. & Turpin L. (sous presse). Contrôle environnemental et néotectonique de l'édification récifale en Nouvelle-Calédonie au cours du Quaternaire terminal. *Bull. Soc. géol. France.*

Camoin G.F., Colonna M., Montaggioni L.F., Dullo W., Casanova J., Faure G., & Thomassin B.A., (sous presse). Holocene sea level changes and reef development in southwestern Indian Ocean. *Coral Reefs.*

Colonna M., 1996. Reconstitution des variations du niveau marin au cours de l'Holocène dans la partie sud occidentale de l'océan Indien. *C.R. Acad. Sci. Paris,* 322 (IIA) : 653-660.

Colonna M., Casanova J., Dullo W., & Camoin G.F., (sous presse). Sea level changes and $\delta^{18}O$ record over the past 34,000 years from Mayotte reef, Indian Ocean. *Quaternary Research,* 46 : 335-339.

Dullo W., Camoin G., Blomeier D., Casanova J., Colonna M., Eisenhauer A., Faure G., Thomassin B., (sous presse). Morphological evolution and sedimentary facies on the foreslopes of Mayotte, Comoro Islands : dierct observations from submersible. *Coral Reefs.*

Dullo W., Camoin G.F., Blomeier D., Colonna M., Eisenhauer A., Faure G., Casanova J., & Thomassin B.A. (sous presse). Morphology and sediments of the foreslopes of Mayotte, Comoro Islands: direct observations from submersible. In: Reefs and carbonate platforms in the Pacific and Indian Oceans (G.F. Camoin, D.D.Bergersen & P.J. Davies eds). *I.A.S. Special Publication.*

Montaggioni L., Cabioch G., Camoin G., Bard E., Ribaud-Laurenti A., Faure G., Déjardin P. & Récy J., (sous presse). A 14 000 years continuous record of reef growth in a mid-pacific island. *Geology.*

Montaggioni L. & Faure G., (sous presse). Response of reef coral communities to sea level rise : a holocene model from Mauritius (western Indian ocean). *Sedimentology.*

RAPPORTS ET DOCUMENTS, ABSTRACTS

Bard E., Hamelin B., Arnold M., Montaggioni L., Cabioch G., Laurenti A., Faure G. & Rougerie F., 1995. Sea-level record during the last 14,000 yr obtained by dating corals from Tahiti. *European Union of Geosciences 8th Meeting,* Avril 1995, Strasbourg,*Terra Nova* 7 : 215.

Bard E., Hamelin B., Arnold M., Montaggioni L., Cabioch G., Laurenti A., Faure G. & Rougerie F., 1995. Sea-level record during the last 14,000 yr reconstructed by dating corals from Tahiti (TIMS and AMS). Halifax, octobre 1995 : 29 (résumé).

Cabioch G., Montaggioni L. F. & Faure G., 1995. Setllement and development of Holocene New Caledonian fringing reefs (SW Pacific). *16th Regional Meeting of Sedimentology,* avril 1995, Aix les Bains, IAS / ASF, vol. 22 : 29 (résumé).

Camoin G., Dullo W., Blomeier D., Colonna M., Casanova J., Faure G., Thomassin B., 1995. Highstand vs lowstand sedimentary processes on quaternary foreslopes of Mayotte, Comoro Islands (Indian ocean). *I.A.S. 13th Reg. Meet. On Sedimentology*, Aix les Bains.

Colonna M., Camoin G., Casanova J., Dullo W., Faure G., Montaggioni L., 1995. Holocene sea level changes and reef growth in southwestern Indian ocean. *I.A.S. 13th Reg. Meet. On Sedimentology*, Aix les Bains.

Colonna M., Camoin G., Casanova J., Montaggioni L., 1995. Isotopic characterization of Holocene sea level changes and reef growth strategies in the southwestern Indian ocean. *I.A.S. Intern. Workshop on « Reefs and carbonate platforms in the Pacific and Indian oceans »,* Sydney. (abs).

Colonna M., Casanova J., Camoin G., 1995. Variations du niveau marin et des teneurs en ^{18}O enregistrées par les coraux de Mayotte (océan Indien) au cours des deniers 34 000 ans. *16è R.A.S.T.*, résumé.

Dullo W., Camoin G., Brachert T., Blomeier D., Casanova J., Colonna M., Eisenhauer A., Faure G., Thomassin B., 1995. The last 40,000 years of sea level changes : records from coral reefs of the Red Sea and the western Indian ocean. *I.A.S. Intern. Workshop on « Reefs and carbonate platforms in the pacific and indian oceans »,* Sydney. (abs).

Montaggioni L.F., Cabioch G., Camoin G., Laurenti-Ribaud A., Faure G., Dejardin P., Bard E., Arnold M. & Hamelin B., 1995. Internal structure and growth history (14,000 yr B.P. to Present) of Tahiti barrier reef (French Polynesia). *International Workshop "Reefs and Carbonate Platforms in the Pacific and Indian Oceans",* juillet 1995, Sydney, abstract.

Laurenti A, Cardinal D, Bard E, Hamelin B, Pâtzold J., 1995. Sr/Ca and $\delta^{18}O$ paleothermometry of corals. *European Union of Geosciences 9th Meeting,* Strasbourg (France), Avril 1995, *Terra Nova* 7 : 215.

THÈSES

Ebren Ph., 1996. Impact des variations rapides du niveau marin sur le développement des atolls au Quatemaire: Mururoa (Polynésie Française). Thèse de l'Université d'Aix-Marseille 1.

Ribaud-Laurenti A, 1995. Reconstitution d'environnements récifaux récents de l'Océan Pacifique: l'apport de la biosédimentologie et de la géochimie du strontium. Thèse de l'Université d'Aix-Marseille 1.

LES PUBLICATIONS DU PNRCO EN 1994, 1995 ET 1996

Cette brochure fait l'état des publications parues en 1994, 1995 ou 1996 exclusivement. Les travaux sous presse à la date de la présente compilation (avril 1997) sont également inclus.
Les publications issues du triennat précédent sont recensées dans la brochure « PNRCO, Rapport scientifique 1991-1993 et annuaire », 36 p. incl. coul. Quelques exemplaires de cette brochure sont encore disponibles.
Dans les pages précédentes a été présentée l'intégralité de la production écrite de chaque opération ; successivement : publications internationales, publications nationales, autres documents, abstracts, thèses. Nous récapitulons ci-dessous, toutes opérations confondues, les publications de la première catégorie, communément dite « A » : sélection et diffusion internationales. Les communications publiées issues du symposium de Panama sont recensées indépendamment.

PUBLICATIONS INTERNATIONALES

Al-Moghrabi S., Allemand D. Couret J. M. & Jaubert J., 1995. Fatty acids of the Scleractinian coral *Galaxea fascicularis*. Effect of light and feeding. *Journal of Comparative Physiology* 165: 183-192.

Al-Moghrabi S., Allemand D., Goiran C., Speziale N. & Jaubert J., 1996. Inorganic carbon uptake for photosynthesis by the symbiotic coral / dinoflagellate association. 2. Mechanisms for bicarbonate uptake. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 199(2): 227-248.

Bard E., Hamelin B., Arnold M., Montaggioni L., Cabioch G., Faure G., Rougerie F., 1996. Deglacial sea level record from Tahiti corals and the timing of global meltwater discharge. *Nature* 382, 241-244.

Bard E., Jouannic C., Hamelin B., Pirazzoli P., Arnold M., Faure G., Sumosusastro P.A., Syefudin, 1996. Pleistocene sea levels and tectonic uplift based on dating of coral terraces at Sumba Island, Indonesia. *Geophysical Research Letters* 23 (12) 1473-1476.

Bard E., Hamelin B., Arnold M., Montaggioni L.F., Cabioch G., Faure G. & Rougerie F., 1996. Deglacial sea level record from Tahiti corals and the timing of global meltwater discharge. *Nature,* 382(6588) : 241-244.

Bénazet-Tambutté S., Allemand D. & Jaubert J., 1996. Permeability of the oral epithelial layers in cnidarians. *Marine Biology.* 126 : 43-53.

Boucher G., (sous presse). Composition and diversity of meiofauna in the SW lagoon of New Caledonia. *Coral Reefs.*

Boucher G., Clavier J. & Garrigue C., 1994. Estimation of bottom ammonium affinity in New Caledonia lagoon sediments. *Coral Reefs,* 13: 13-19.

Boucher G., Clavier J. & Garrigue C., 1994. Oxygen and carbon dioxid fluxes at the water-sediment interface of a tropical lagoon. *Mar. Ecol.Prog. Ser.,* 107: 185-193.

Cabioch G., Montaggioni L.F. & Faure G., 1995. Holocene initiation and development of New Caledonian fringing reefs, South-West Pacific. *Coral Reefs,* 14(3) : 131-140.

Cabioch G., Récy J., Jouannic C. & Turpin L. (sous presse). Contrôle environnemental et néotectonique de l'édification récifale en Nouvelle-Calédonie au cours du Quaternaire terminal. *Bull. Soc. géol. France)*

Camoin G., Colonna M., Montaggioni L., Dullo W-CH., Casanova J., Faure G., & Thomassin B.A., (sous presse). Holocene sea level changes and reef development in southwestern Indian Ocean. *Coral Reefs.*

Camoin G., Montaggioni, L., 1994. High energy coralgal-stromatolite frameworks from Holocene reefs (Tahiti, French Polynesia): *Sedimentology* 41, 655-676.

Charpy L., Dufour P., Garcia N., (sous presse). Particulate organic matter in sixteen Tuamotu atoll lagoons (French Polynesia). *Mar. Ecol. Prog. Ser.*

Charpy-Roubaud C., Charpy L., Sarazin G., 1996. Diffusional nutrient fluxes at the sediment-water interface and organic matter mineralization in an atoll lagoon (Tikehau, Tuamotu archipelago, French Polynesia). *Mar. Ecol. Prog. Ser.,* 132 : 181-190.

Chazottes V., (sous presse). Etude expérimentale de la bioérosion et de la sédimentogénèse en milieu récifal : effets de l'eutrophisation (Ile de la Réunion, Océan Indien). *C.r.Acad.Sci.Paris.*

Chazottes V., Le Campion-Alsumard T., Peyrot-Clausade M., 1995. Bioerosion rates on coral reefs: interactions between macroborers, microborers and grazers (Moorea, French Polynesia). *Paleogeogr. Paleoclim. Paleoecol.,* 113 : 189-198.

Choukri, A., Reyss, J.L. & Plaziat J.-C., 1995. Datations radiochimiques des hauts niveaux marins de la côte égyptienne de la Mer Rouge au moyen de radioles d'oursins. *C.R. Acad. Sci., Paris.* 321, pp. 25-30.

Clavier J., Boucher G., Garrigue C., 1994. Benthic respiratory and photosynthetic quotients in a tropical lagoon. *C.R. Acad. Sci., Paris,* 317: 937-942.

Colonna M., 1996. Reconstitution des variations du niveau marin au cours de l'Holocène dans la partie sud occidentale de l'océan Indien. *C.R. Acad. Sci. Paris*, 322 (IIA) : 653-660.

Colonna M., Casanova J., Dullo W.Ch., & Camoin G.F., (sous presse). Sea level changes and $\delta^{18}O$ record over the past 34,000 years from Mayotte reef, Indian Ocean. *Quaternary Research,* 46 : 335-339.

Delesalle B., Buscail R., Carbonne J., Courp T., Dufour V., Heussner S., Monaco A., Schrimm M., (sous presse). Carbon export from a coral reef ecosystem (Moorea island, French Polynesia). *Coral Reefs.*

Dullo W., Camoin G., Blomeier D., Casanova J., Colonna M., Eisenhauer A., Faure G., Thomassin B., (sous presse). Morphological evolution and sedimentary facies on the forslopes of Mayotte, Comoro Islands : dierct observations from submersible. *Coral Reefs.*

Dullo W.-CH., Camoin G.F., Blomeier D., Colonna M., Eisenhauer A., Faure G., Casanova J., & Thomassin B.A. (sous presse). Morphology and sediments of the foreslopes of Mayotte, Comoro Islands: direct observations from submersible. In: Reefs and carbonate platforms in the Pacific and Indian Oceans (G.F. Camoin, D.D.Bergersen & P.J. Davies eds). *I.A.S. Special Publication.*

Frankignoulle M., Canon C. & Gattuso J.-P., 1994. Marine calcification as a source of carbon dioxide : positive feedback of increasing atmospheric CO_2. *Limnol. Oceanogr.,* 39(2) : 458-462.

Frankignoulle M., Gattuso J.-P., Biondo R., Bourge I., Copin-Montégut G. & Pichon M., 1996. Carbon fluxes in coral reefs. II. Eulerian study of inorganic carbon dynamics and measurement of air-sea CO_2 exchanges. *Mar. Ecol. Prog. Ser.,*145 : 123-132.

Frankignoulle M., Pichon M. & Gattuso J.-P., 1995. Aquatic calcification as a source of carbon dioxide. *In:* M. A. Beran (ed.) *Carbon sequestration in the biosphere*, NATO ASI Series, vol. 133, pp. 265-271.- Berlin: Springer-Verlag.

Gattuso J.-P., Frankignoulle M., Smith S. V., Ware J. R., Wollast R., 1996. Coral reefs and carbon dioxide. *Science* 271: 1298-1300.

Gattuso J.-P., Payri C., Pichon M., Delesalle B., Canon C. & Frankignoulle M., (sous presse). Organic production, calcification and air-sea CO_2 fluxes of an algal dominated coral reef community (Moorea, French Polynesia). *J. Phycol.*

Gattuso J.-P., Pichon M. & Frankignoulle M., 1995. Biological control of air-sea CO_2 fluxes: effect of photosynthetic and calcifying organisms and ecosystems. *Mar. Ecol. Prog. Ser.,* 129 : 307-312.

Gattuso J.-P., Pichon M., Delesalle B., Canon C. & Frankignoulle M., 1996. Carbon fluxes in coral reefs. 1. Lagrangian measurement of community metabolism and resulting air-sea CO_2 disequilibrium. *Mar. Ecol. Prog. Ser.,*145 : 109-121.

Goiran C., Al-Moghrabi S., Allemand D. & Jaubert J., 1996. Inorganic carbon uptake for photosynthesis by the symbiotic coral/dinoflagellate association. 1. Photosynthetic performances of symbionts and dependence on sea water bicarbonate. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 199(2): 207-225.

Hantoro W.S., Pirazzoli P.A., Jouannic C., Faure G., Hoang C.T., Radtke U., Causse C., Borel Best M., Lafont R., Bieda S., Lambeck K., 1994. Quaternary uplifted coral reef terraces on Alor Island, east Indonesia. *Coral Reefs,* 13 : 215-223.

Harmelin-Vivien M., 1994. The effects of storms and cyclones on coral reefs : a review. *J . Coast. Res., spec. Issue, 12 : coastal hazards* : 211-231.

Jehl C., Rougerie F., 1995. Phosphatogenèse en atolls polynésiens : la filiation mattes cyanobactériennes-phosphorites. *Oceanol. Acta,* 18 (1) : 79-93.

Kotta J. & G. Boucher (sous presse). Structure and biodiversity of nematode species assemblages in four tropical High Island lagoons. *Bull. Mar. Sci.*, (Forida).

Le Campion-Alsumard T., Golubic S. & Hutchings P., 1995. Microbial endoliths in skeletons of live and dead corals Porites lobata (Mooréa, French Polynesia). *Mar. Ecol. Prog. Ser.,* 117 : 149-157.

Leclerc A.M., Broc D., Jean-Baptiste P., Rancher J., (sous. Presse). Modelling of interstitial water circulation inside a reef platform : steady state flow, heterogeneity effects and tidal transient state. *Spec. Publ.* IAS

Montaggioni L., Cabioch G., Camoin G., Bard E., Ribaud-Laurenti A., Faure G., Déjardin P. & Récy J., (sous presse). A 14 000 years continuous record of reef growth in a mid-pacific island. *Geology.*

Montaggioni L. & Faure G., (sous presse). Response of reef coral communities to sea level rise : a holocene model from Mauritius (western Indian ocean). *Sedimentology.*

Peyrot-Clausade M., Le Campion-Alsumard T., Hutchings P., Le Campion J., Payri C., Fontaine M.F., 1995. Initial bioerosion and bioaccretion on experimental substrates in high island and atoll lagoons(French Polynesia). *Oceanol. Acta,* 18 : 531-541.

Plaziat, J.-C., 1995. Modern and fossil mangroves and mangals : their climatic and biogeographic variability. From Bosence, D.W.J. & Allison, P.A. (eds), 1995, Marine Palaeoenvironmental Analysis from Fossils,. Geological Society Special Publication, 83, pp. 73-96.

Plaziat, J.C., Baltzer, F., Choukri, A., Conchon, O., Freytet, P., Orszag-Sperber, F., Purser, B., Raguideau, A. & Reyss, J.L., 1996. Quaternary Marine and Continental Sedimentation in the N Red Sea and Gulf of Suez (Egyptian Coast). Influences of rift tectonics, climatic changes and sea level fluctuations. in: The Red Sea - Gulf of Aden Rift System and its sedimentary expressions, edited by B.H. Purser and D. Bosence. sous presse, Chapman & Hall.

Polunin N., Harmelin-Vivien M. & Galzin R., 1995. Contrasts in algal food processing among five herbivorous coral-reef fishes. *J. Fish. Biol.*, 47 : 455-465.

Rougerie F., 1995. Nature et fonctionnement des atolls des Tuamotu (Polynésie Française). *Oceanol. Acta.*, 18 (1) : 61-78.

Tambutté É., Allemand D., Bourge I., Gattuso J.-P. & Jaubert J., 1995. An improved ^{45}Ca method for investigating physiological mechanisms in coral calcification. *Marine Biology,* 122: 453-459.

Tambutté É., Allemand D., Bourge I., Gattuso J.-P. & Jaubert J., 1995. An improved ^{45}Ca method for investigating physiological mechanisms in coral calcification. *Mar. Biol.,* 122(3) : 453-459.

Tambutté É., Allemand D., Mueller E. & Jaubert J., 1996. A compartmental approach to the mechanism of calcification in hermatypic corals. *Journ. Exp.Biol.,* 199: 1029-1041.

Torreton J-P., Dufour P., 1996. Bacterioplancton production determined by DNA synthesis, protein synthesis and frequency of dividing cells in Tuamotu atoll lagoons and surrounding ocean. *Microb. Ecol.,* 32 : 185-202.

Torreton J-P., Dufour P., 1996.Temporal and spatial stability of bacterioplancton biomass and productivity in an atoll lagoon. *Aquat. Microb. Ecol.,* 11 : 251-261.

8TH INTERNATIONAL CORAL REEF SYMPOSIUM (PANAMA, 24-29 JUIN 1996)

Les participants du PNRCO ont présenté à ce symposium 26 communications orales qui ont fait l'objet d'un « abstract » ; les références en sont données dans cette brochure sous l'intitulé de l'opération correspondante.
En outre, 7 présentations au symposium de Panama font l'objet d'une contribution écrite, actuellement sous presse ; les publications de ce type sont considérées ou non comme « internationales », selon les instances d'évaluation. On en trouve la liste ci-dessous.

COMPTES RENDUS (SOUS PRESSE)

Blanchot J. & Charpy L., (sous presse). Picoplanktonic structure in the subtropical Pacific Ocean: a comparison between the offshore and coastal ocean and the closed and open lagoons. *Proc. 8th Int. Coral Reefs Symp.,* Panama, 6 pp.

Charpy L. & Blanchot J., (sous presse). Relative contributions of *Prochlorococcus* and *Synechococcus* to picoplankton biomass and production of eleven Tuamotu atoll lagoons (French Polynesia). *Proc. 8th Int. Coral Reefs Symp.,* Panama, 6 pp.

Charpy L., Blanchot J., (sous presse). Relative contributions of *Prochlorococcus and Synechococcus* to phytoplankton biomass and production in eleven Tuamotu atolls (French Polynesia). *Proc. 8th Int. Coral Reef Symposium,* Panama, 6 pp.

Dufour P. & Harmelin-Vivien M., (sous presse). A research program for a typology of atoll lagoons: strategy and first results. *Proc. 8th Int. Coral Reefs Symp.,* Panama, 6 pp.

Pagès J., Torréton J.-P. & Andrefouët S., (sous presse). Dissolved organic matter in coral-reef lagoons, as determined by in vitro UV absorption. Preliminaryresults. *Proc. 8th Int. Coral Reefs Symp.,* Panama, 6 pp.

Torreton J-P, Pagès J., Dufour P., Cauwet G., (sous presse). Bacterioplancton carbon growth yield and DOC turnover in some coral reef lagoons. *Proc. 8th Int. Coral Reefs Symp.,* Panama, 6 pp.

Trichet J., Fikri A., Jehl C., Rougerie F., (sous presse). Organic geochemistry provides evidence for a lagoonal origin of large atoll peloidal phosphorites. *Proc. 8th Int. Coral Reefs Symp.,* Panama, 6 pp.

ANNUAIRE

ADJEROUD MEHDI

Ecole Pratique des Hautes Etudes
Laboratoire de biologie marine et malacologie
52, avenue de Villeneuve
66860-PERPIGNAN
☎ 04 68 66 20 55 Fx 04 68 50 36 86
adjeroud@univ-perp.fr

ALLEMAND DENIS

Observatoire Océanologique Européen
Centre Scientifique de Monaco
Avenue Saint Martin
MC-98000 Monaco
Monaco
☎ 377 93 30 12 11 Fx 377 93 50 52 97
allemand@naxos.unice.fr

ALLENBACH MICHEL

Université française du Pacifique
Laboratoire de Géosciences
B.P. 4477
NOUMEA
Nouvelle-Calédonie
☎ (687) 25 49 55 Fx(687) 25 48 29
allenbac@ufp.nc

ANDRIÉ CHANTAL

Université Pierre et Marie Curie
LODYC- case 100
4, place Jussieu
75252-PARIS cedex 05
☎ 01 44 27 70 74 Fx 01 44 27 38 05
andrie@lodyc.jussieu.fr

BAGNIS RAYMOND

Université française du Pacifique
Haut Commisssariat
Délégation Recherche et Technologie
B.P. 115
PAPEETE
Tahiti
☎ (689) 46 86 39 Fx(689) 46 85 99

BARD EDOUARD

CEREGE
Europôle méditerranéen de l'Arbois
B.P. 80
13545-AIX en PROVENCE
☎ 04 42 97 15 61 Fx 04 42 97 15 49
ebard@arbois.cerege.fr

BERLAND BRIGITTE

Centre Océanologique de Marseille - CNRS
Station Marine d'Endoume
Rue de la batterie des lions
13007-MARSEILLE
☎ 04 91 04 16 38 Fx 04 91 04 16 35

BESSAT FRÉDÉRIC

Ecole Pratique des Hautes Etudes
URA 1453CNRS-Université de Perpignan
Université de Perpignan
Avenue de Villeneuve
66860-PERPIGNAN cedex
☎ 04 68 66 20 55 Fx 04 68 50 36 86
pol@univ-perp.fr

BLANC FRANÇOISE

Université Montpellier III
Laboratoire de zoogéographie génétique
B.P. 5043
34032-MONTPELLIER cedex 1
☎ 04 67 14 23 19 Fx 04 67 14 20 52
fblanc@bred.univ-montp3.fr

BOUCHER GUY

Muséum National d'Histoire naturelle - CNRS
Laboratoire de Biologie des invertébrés Marins
57, rue Cuvier
75231-PARIS
☎ 01 40 79 31 08 Fx 01 40 79 31 09
boucher@mnhn.fr

BOUCHET PHILIPPE

Muséum National d'Histoire naturelle
Biologie des Invertébrés Marins
55, rue de Buffon
75005-PARIS
☎ 01 40 79 31 03 Fx 01 40 79 30 89
bouchet@mnhn.fr

BOUCHON CLAUDE

Université Antilles-Guyane
Laboratoire de Biologie animale
B.P. 592
97159-Pointe à Pître
La Guadeloupe
☎ (590) 93 87 15 Fx(590) 93 87 14
claude.bouchon@univ-ag.fr

BOUCHON-NAVARRO YOLANDE

Université Antilles-Guyane
Laboratoire de Biologie animale
B.P. 592
97159-Pointe à Pître
La Guadeloupe
☎ (590) 93 87 15 Fx(590) 93 87 14
yolande.bouchon@univ-ag.fr

BOUR WILLIAM

ORSTOM
Centre de Nouméa
B.P. A5
NOUMEA cedex
Nouvelle-Calédonie
☎ (687) 26 10 00 Fx(687) 26 43 26
bour@noumea.orstom.nc

BROC DANIEL

CEA
DMT/SEMT
91191-GIF SUR YVETTE
☎ 01 69 08 27 45 Fx 01 69 08 82 29
daniel@semt2.smts.cea.fr

BUIGUES DANIÈLE

CEA-LDG
B.P. 12
91680-BRUYERES le CHATEL
☎ 01 69 26 62 21 Fx 01 69 26 70 23
buigues@ldg.bruyeres.cea.fr

BUSCAIL ROSELYNE

Université de Perpignan - CNRS
Laboratoire de sédimentologie
52, avenue de Villeneuve
66860-PERPIGNAN
☎ 04 68 66 20 93 Fx 04 68 66 20 96
buscail]@univ-perp.fr

CABIOCH GUY

ORSTOM-Antenne de Villefranche
Laboratoire de géodynamique sous marine
B.P. 48
06235-VILLEFRANCHE sur MER cedex
☎ 04 93 76 37 69 Fx 04 93 76 37 68
cabioch@ccrv.obs-vlfr.fr

CAMOIN GILBERT

CEREGE - CNRS
Europôle méditerranéen de l'Arbois
B.P. 80
13545-AIX en PROVENCE
☎ 04 42 97 15 14 Fx 04 42 97 15 40
camoin@cerege.fr

CASANOVA JOËL

BRGM
B.P. 6009
45060-ORLEANS cedex
☎ 02 38 64 31 61 Fx 02 38 64 37 11
j.casanova@brgm.fr

CASTELLARO CHRISTINE

Université de Provence
Centre de sédimentologie et de paléontologie (URA 1208)
3, place Victor Hugo
13331-Marseille cedex 3
☎ 04 91 10 63 88 Fx 04 91 99 64 99
reef@newsup.univ-mrs.fr

CHABANET PASCALE

Université de La Réunion
Laboratoire d'écologie marine
B.P. 7151
97715-SAINT DENIS Messag cedex 9
La Réunion
☎ (262) 93 82 42 Fx(262) 93 81 66
chabanet@univ-reunion.fr

CHANCERELLE YANNICK

CRIOBE
B.P. 1013
PAPETOAI - MOOREA
Polynésie Française
☎ (689) 56 13 45 Fx(689) 56 28 15
criobe@tahiti.rio.net

CHARPENTIER-MAGGIORANI FRÉDÉRIQUE

Service des pêches et de l'environnement marin
B.P. 103
97600-MAMOUDZOU
Mayotte
☎ (269) 61 12 82 Fx(269) 61 10 31

CHARPY LOÏC

ORSTOM
Station Marine d'Endoume
Rue de la batterie des lions
13007-MARSEILLE
☎ 04 91 04 16 50 Fx 04 91 04 16 35
charpy@orstom.rio.net

CHARPY-ROUBAUD CLAUDE

ORSTOM
Station Marine d'Endoume
Rue de la batterie des lions
13007-MARSEILLE
☎ 04 91 04 16 11 Fx 04 91 04 16 35
clcharpy@orstom.rio.net

CHAUVET CLAUDE

Université Française du Pacifique
LERVEM
B.P. 4477
NOUMEA
Nouvelle-Calédonie
☎ (687) 27 32 72 Fx(687) 27 32 72
chauvet@ufp.nc

CHAZOTTES VÉRONIQUE

Université de Provence
Centre de sédimentologie-paléontologie
3, place Victor Hugo
13331-MARSEILLE cedex 03
☎ 04 91 10 67 54 Fx 04 91 64 99 64
reef@newsup.univ-mrs.fr

CHEVILLON CHRISTOPHE

ORSTOM
Centre de Nouméa
B.P. A 5
98848-NOUMEA
Nouvelle-Calédonie
☎ (687) 26 07 31 Fx (687) 26 43 26
chevillc@noumea.orstom.nc

CLAUSTRE HERVÉ

CNRS
Observatoire océanologique
B.P. 8
06230-Villefranche sur Mer
☎ 04 93 76 37 29 Fx 04 93 76 37 39

CLAVIER JACQUES

ORSTOM
Centre de Brest
B.P.70
29280-PLOUZANE
☎ 02 98 22 45 18 Fx 02 98 22 45 14

CONAND CHANTAL

Université de La Réunion
Laboratoire d'écologie marine
B.P. 7151
97715-SAINT DENIS Messag cedex 9
La Réunion
☎ 02 62 93 81 78 Fx 02 62 93 81 66
conand@univ-reunion.fr

CORREGE THIERRY

ORSTOM
Centre d'Ile de France
32, avenue Varagnat
93143-BONDY cedex
☎ 01 48 02 59 64 Fx 01 48 47 30 88
correge@bondy.orstom.fr

COUDRAY JEAN

Université de La Réunion
Laboratoire des Sciences de la Terre
B.P. 7151
97715-SAINT DENIS Messag cedex 9
La Réunion
☎ 02 62 93 82 04 Fx 02 62 93 81 66
coudray@univ-reunion.fr

COUTURES EMMANUEL

Université Française du Pacifique
LERVEM
B.P. 4477
NOUMEA
Nouvelle-Calédonie
☎ (687) 27 32 72 Fx (687) 27 32 72
lervem@ufp.nc

CUET PASCALE

Université de La Réunion
Laboratoire d'écologie marine
B.P. 7151
97715-SAINT DENIS Messag cedex 9
La Réunion
☎ 02 62 93 81 76 Fx 02 62 93 81 66
cuet@univ-reunion.fr

CUIF JEAN-PIERRE

Université Paris sud (XI)
Laboratoire de géologie
Batiment 504
91405-ORSAY cedex
☎ 01 69 41 67 41 Fx 01 69 41 61 23
cuif@geophy.geol.u-psud.fr

DEFARGE CHRISTIAN

Université Orléans
Institut des Sciences de la Terre
B.P. 6749
45067-ORLEANS cedex 2
☎ 02 38 49 46 89 Fx 02 38 41 73 08
defargec@univ-orleans.fr

DÉJARDIN PASCALE

Centre de Géochimie Sédimentaire
1, rue de blessig
67084-Strasbourg cedex

DELESALLE BRUNO

Ecole Pratique des Hautes Etudes
Laboratoire de biologie marine et malacologie
52, avenue de Villeneuve
66860-PERPIGNAN
☎ 04 68 66 21 93 Fx 04 68 50 36 86
bd@univ-perp.fr

DUFOUR PHILIPPE

ORSTOM
Station Marine d'Endoume
Rue de la batterie des lions
13007-MARSEILLE
☎ 04 91 04 16 00 Fx 04 91 04 16 35
dufour@orstom.fr

DUFOUR VINCENT

EPHE-Université de Perpignan
Laboratoire d'Icthyoécologie Tropicale et Méditerranéenne
Avenue de Villeneuve
66860-PERPIGNAN cedex
☎ 04 68 66 20 55 Fx 04 68 50 36 86
vinced@univ-perp.fr

DUTAY JEAN-CLAUDE

CEA
LEA/LMCE
Orme des merisiers
Bâtiment 709
91191-GIF sur YVETTE cedex
☎ 01 69 08 31 12 Fx 01 69 08 ~~77~~ 16
pjb@obelix.saclay.cea.fr

FAURE GÉRARD

Université Montpellier II
Département de Biologie
Case 096
34095-MONTPELLIER cedex 5
☎ 04 67 14 36 70 Fx 04 67 14 37 19

FERRIER-PAGES CHRISTINE

Observatoire Océanologique Européen
Centre Scientifique de Monaco
Avenue Saint Martin
MC-98000 Monaco
Monaco
☎ 377 93 15 36 00 Fx 377 93 50 52 97
ferrier@naxos.unice.fr

FICHEZ RENAUD

ORSTOM
Centre de Nouméa
B.P. A5
Nouméa cedex
Nouvelle-Calédonie
☎ (687) 26 10 00 Fx (687) 26 43 26
fichez@noumea.orstom.nc

FONTUGNE MICHEL

CNRS-CEA
Centre des Faibles Radioactivités
Avenue de la Terrasse
91198-Gif sur Yvette Cedex
☎ 01 69 82 35 25 Fx 01 69 82 35 68

GALZIN RENÉ

Ecole Pratique des Hautes Etudes
Laboratoire d'ichtyoécologie tropicale et méditerranéenne
52, avenue de Villeneuve
66860-PERPIGNAN
☎ 04 68 66 20 55 Fx 04 68 50 36 86
pol@univ-perp.fr

GATTUSO JEAN-PIERRE

Observatoire Océanologique Européen - CNRS
Centre Scientifique de Monaco
Avenue Saint Martin
MC-98000 Monaco
Monaco
☎ 377 93 15 36 00 Fx 377 93 50 52 97
gattuso@naxos.unice.fr

GOIRAN CLAIRE

Observatoire Océanologique Européen
Avenue de Saint Martin
MC - 98000 Monaco
Principauté de Monaco
☎ 377 93 15 36 00 Fx 377 93 50 52 97

GOÛT BERTRAND

CEA
SMSRB
B.P. 208
91311-MONTLHERY
☎ 01 64 92 43 64 01 69 26 08 62

GUILLAUME MIREILLE

Museum National d' Histoire Naturelle
Laboratoire de biologie des Invertébrés Marins
55, rue du Buffon
75005-Paris
☎ 01 40 79 30 90 Fx 01 40 79 30 89

HARMELIN-VIVIEN MIREILLE

Centre Océanologique de Marseille - CNRS
Station Marine d'Endoume
Rue de la batterie des lions
13007-MARSEILLE
☎ 04 91 04 16 28 Fx 04 91 04 16 35
harmelin@com-univ-mrs.fr

HEUSSNER SERGE

Université de Perpignan
Laboratoire de Sédimentologie et Géochimie Marines
52, Avenue de Villeneuve
66860-Perpignan
☎ 04 68 66 20 89 Fx 04 68 66 20 96

HUMBERT LOUIS

Université de Bordeaux 3
EGID
Avenue des facultés
33405-TALENCE
☎ 05 56 84 80 72 Fx 05 56 84 80 73

INTES ANDRÉ

ORSTOM
Centre de Brest
B.P.70
29280-PLOUZANE
☎ 02 98 22 45 00 Fx 02 98 22 45 14
intes@orstom.fr

JAUBERT JEAN

Observatoire Océanologique Européen
Centre Scientifique de Monaco
Avenue Saint Martin
MC-98000 MONACO
Monaco
☎ 377 92 16 79 83 Fx 377 92 16 79 81
gattuso@naxos.unice.fr

JEAN-BAPTISTE PHILIPPE

CEA
CFR/LMCE
Orme des merisiers
Bâtiment 709
91191-GIF sur YVETTE cedex
☎ 01 69 08 77 14 Fx 01 69 08 77 16
pjb@obelix.saclay.cea.fr

JEHL CAROLINE

ORSTOM
Laboratoire H. E. A.
B.P. 5045
34032-MONTPELLIER cedex
☎ 04 67 61 74 54 04 67 54 78 00

JOUANNIC CHRISTIAN

ORSTOM-Antenne de Villefranche
Laboratoire de géodynamique sous marine
B.P. 48
06235-VILLEFRANCHE sur MER cedex
☎ 04 93 76 37 69 Fx 04 93 76 37 68
jouannic@ccrv.obs-vlfr.fr

JUILLET-LECLERC ANNE

CNRS
Centre des Faibles Radioactivités
Avenue de la Terrasse
91189-GIF SUR YVETTE cedex
☎ 01 69 82 43 48 Fx 01 69 82 35 68
anne.juillet-leclerc@cfr.cnrs-gif.fr

KOUYOUMONTZAKIS GEORGES

Université de Provence
Centre de sédimentologie-paléontologie
3, place Victor Hugo
13331-MARSEILLE cedex 03
☎ 04 91 10 67 22 Fx 04 91 64 99 64
reef@newsup.univ-mrs.fr

KULBICKI MICHEL

ORSTOM
Centre de Nouméa
B.P. A5
NOUMEA cedex
Nouvelle-Calédonie
☎ (687) 26 10 00 Fx(687) 26 43 26
kulbicki@orstom.noumea.nc

LE BORGNE ROBERT

ORSTOM
Centre de Nouméa
B.P. A5
98848-NOUMEA cedex
Nouvelle-Calédonie
☎ (687) 26 10 00 Fx (687) 26 43 26
leborgne@noumea.orstom.nc

LE CAMPION THÉRÈSE

Centre Océanologique de Marseille - CNRS
Station Marine d'Endoume
Rue de la batterie des lions
13007-MARSEILLE
☎ 04 91 04 16 26 Fx 04 91 04 16 35
therese@com-univ-mrs.fr

LECLERC ANNE-MARIE

CEA Saclay
CFR / LMCE
91191-GIF SUR YVETTE
☎ 01 69 08 77 15 Fx 01 69 08 77 16
leclerc@lmce.saclay.cea.fr

LECLERCQ NICOLAS

Observatoire Océanologique Européen
Centre Scientifique de Monaco
Avenue Saint Martin
MC-98000 Monaco
Monaco
☎ 377 93 15 36 00 Fx 377 93 50 52 97

LECOMTE-FINIGER RAYMONDE

Ecole Pratique des Hautes Etudes
Laboratoire d'ichtyoécolgie tropicale et méditerranéenne
52, avenue de Villeneuve
66860-PERPIGNAN
☎ 04 68 66 17 01 Fx 04 68 50 36 86

LEGENDRE LOUIS

Université Laval
Département de Biologie
G1K 7P4
Québec
Canada
☎ (418) 656 5788 Fx (418) 656 2043
louis.legendre@bio.ulaval.ca

LEVY ALAIN

Département de Géologie Sédimentaire
Laboratoire de Paléontologie et Stratigraphie
Case 117, Tour 15, étage 34
Place Jussieu
75252-PARIS cedex 05
☎ 01 44 27 43 20 Fx 01 44 27 38 31

LOUIS MAX

Université Antilles-Guyane
Laboratoire de Biologie animale
B.P. 592
97159-Pointe à Pître
La Guadeloupe
☎ 05 90 93 87 15 Fx 05 90 93 87 14
max.louis@univ-ag.fr

MAGGIORANI JEAN-MICHEL

Service des pêches et de l'environnement marin
B.P. 103
97600-MAMOUDZOU
Mayotte
☎ (269) 61 12 82 Fx (269) 61 10 31

MARITORENA STÉPHANE

NASA / GSFC
Laboratory for Hydrospheric Processes/seawifs.
NASA/GSFC,
Code 970,2, GREENBELT
MD 20771
USA
☎ 301 286 99 75Fx 301 286 17 75
stephane@calval.gsfc.nasa.gov

MIOCHE DOMINIQUE

Université de La Réunion
Laboratoire d'écologie marine
B.P. 7151
97715-SAINT DENIS Messag cedex 9
La Réunion
☎ (262) 93 82 42 Fx (262) 93 81 66
domi@univ-reunion.fr

MONTAGGIONI LUCIEN

Université de Provence
URA CNRS 1208- case 67
3, place Victor Hugo
13331-MARSEILLE cedex 03
☎ 04 91 10 63 24 Fx 04 91 64 99 64
reef@newsup.univ-mrs.fr

NAÏM ODILE

Université de La Réunion
Laboratoire d'écologie marine
B.P. 7151
97715-SAINT DENIS Messag cedex 9
La Réunion
☎ 02 62 93 82 42 Fx 02 62 93 81 66
naim@univ-reunion.fr

PAGES JEAN

ORSTOM
Centre de Tahiti
B.P. 529
PAPEETE
Polynésie française
☎ (689) 43 98 87 Fx (689) 42 95 55
pages@tahiti.rio.net

PAYRI CLAUDE

Université Française du Pacifique
Laboratoire d'écologie marine
B.P. 6570
FAAA-Aéroport
Polynésie française
☎ (689) 80 38 32 Fx (689) 80 38 04
payri@ufp-papeete.rio.net

PECHEUX MARTIN

CEA Cadarache
Laboratoire de bioénergétique
☎ 04 93 44 49 38
pecheux@eureka.meta.fr

PERRIN CHRISTINE

Museum National d'Histoire Naturelle
Laboratoire de Paléontologie
8, rue de Buffon
75005-PARIS
☎ 01 40 79 30 55 Fx 01 40 79 35 80

PEYROT-CLAUSADE MIREILLE

Centre Océanologique de Marseille - CNRS
Station Marine d'Endoume
Rue de la batterie des lions
13007-MARSEILLE
☎ 04 91 04 16 18 Fx 04 91 04 16 35
peyrot@com-univ-mrs.fr

PICHON MICHEL

Ecole Pratique des Hautes Etudes
Laboratoire de biologie marine et malacologie
52, avenue de Villeneuve
66860-PERPIGNAN
☎ 04 68 66 21 94 Fx 04 68 50 36 86
pichon@univ-perp.fr

PIRAZZOLI PAOLO-ANTONIO

CNRS
Laboratoire de Géographie Physique
1, place Aristide Briand
92190-MEUDON-BELLEVUE
☎ 01 45 07 55 58 Fx 01 45 07 58 30
pirazzol@cnrs-bellevue.fr

PLANES SERGE

Ecole Pratique des Hautes Etudes - CNRS
Laboratoire de biologie marine et malacologie
52, avenue de Villeneuve
66860-PERPIGNAN
☎ 04 68 66 20 55 Fx 04 68 50 36 86
planes@univ-perp.fr

PLAZIAT JEAN-CLAUDE

Université Paris sud (XI)
Laboratoire d'hydrologie et de géochimie isotopique
Batiment 504
91405-ORSAY cedex
☎ 01 69 15 67 52 Fx 01 69 15 49 37

RÉCY JACQUES

ORSTOM- Antenne de Villefranche
Laboratoire de géodynamique sous marine
B.P. 48
06235-VILLEFRANCHE sur mer cedex
☎ 04 93 76 37 55 Fx 04 93 76 37 68
recy@ccrv.obs-vlfr.fr

RENON JEAN-PIERRE

Université d'Orléans
Ecologie animale et zoologie
B.P. 6759
45067-ORLEANS cedex 2
☎ 02 38 41 73 55 Fx 02 38 41 72 02

REYNAUD STÉPHANIE

Observatoire Océanologique Européen
Centre Scientifique de Monaco
Avenue Saint Martin
MC-98000 Monaco
Monaco
☎ 377 93 15 36 00 Fx 377 93 50 52 97

REYSS JEAN-LOUIS

CNRS
Centre des Faibles Radioactivités
Domaine du CNRS
Avenue de la Terrasse
91198-GIF SUR YVETTE cedex
☎ 01 69 82 35 35 Fx 01 69 82 35 68
jean-louis.reyss@cfr.cnrs-gif.fr

RIBAUD-LAURENTI ANNE

Université de Provence
URA CNRS 1208- case 67
3, place Victor Hugo
13331-MARSEILLE cedex 03
☎ 04 91 10 63 24 Fx 04 91 64 99 64
reef@newsup.univ-mrs.fr

RICHER DE FORGES BERTRAND

ORSTOM
Centre de Nouméa
B.P. A5
98848-NOUMEA cedex
Nouvelle-Calédonie
☎ (687) 26 10 00 Fx (687) 26 43 26
richer@noumea.orstom.nc

ROMAINE SAMANTHA

Observatoire Océanologique Européen
Centre Scientifique de Monaco
Avenue Saint Martin
MC-98000 Monaco
Monaco
☎ 377 93 15 36 00 Fx 377 93 50 52 97

ROUGERIE FRANCIS

Observatoire Océanologique Européen
Centre Scientifique de Monaco
Avenue Saint Martin
MC-98000 Monaco
Monaco
☎ 377 92 16 79 83 Fx 377 93 50 52 97

SALVAT BERNARD

CRIOBE
B.P. 1013
MOOREA
Polynésie Française
☎ (689) 56 13 45 Fx (689) 56 28 15
criobe@tahiti.rio.net

OU :

Ecole Pratique des Hautes Etudes
Laboratoire de biologie marine et malacologie
52, avenue de Villeneuve
66860-PERPIGNAN
☎ 04 68 66 20 55 Fx 04 68 50 36 86
pol@univ-perp.fr

SARRAMEGNA SEBASTIEN

Université Française du Pacifique
LERVEM
B.P. 4477
NOUMEA
Nouvelle-Calédonie
☎ (687) 27 32 72 Fx (687) 27 32 72
lervem@ufp.nc

TARTINVILLE BENOIT

Université catholique de Louvain
Institut d'astronomie et de géophysique
2, chemin du cyclotron
1348-LOUVAIN-LA-NEUVE
Belgique
☎ (32) 10 47 32 98 Fx (32) 10 47 47 22
tartin@astr.ucl.ac.be

THOLLOT PIERRE

T&W Consultants
B.P. 9239
98807-NOUMEA cedex
Nouvelle-Calédonie
☎ (687) 28 88 917 Fx (687) 28 88 91

THOMAS YVES-FRANÇOIS

CNRS
Laboratoire de Géographie Physique
1, place Aristide Briand
92195-MEUDON cedex
☎ 01 45 07 55 56 Fx 01 45 07 58 30
thomas@cnrs.bellevue.fr

THOMASSIN BERNARD

Centre Océanologique de Marseille - CNRS
Station Marine d'Endoume
Rue de la batterie des lions
13007-MARSEILLE
☎ 04 91 04 16 17 Fx 04 91 04 16 35
thomassi@com-univ-mrs.fr

TORRETON JEAN-PASCAL

ORSTOM
Centre de Tahiti
B.P. 529
PAPEETE
Polynésie Française
☎ (689) 43 98 87 Fx (689) 42 95 55
torreton@tahiti.rio.net

TRICHET JEAN

Université d'Orléans
Laboratoire de géologie de la matière organique
B.P. 6759
45067-ORLEANS cedex 2
☎ 02 38 41 70 08 Fx 02 38 41 73 08
trichet@centre.univ-orleans.fr

TURPIN LAURENT

CNRS
Centre des Faibles Radioactivités
91189-GIF SUR YVETTE cedex
☎ 01 69 82 43 30 Fx 01 69 82 35 68

VACELET EVELYNE

Centre Océanologique de Marseille - CNRS
Station Marine d'Endoume
Rue de la batterie des lions
13007-MARSEILLE
☎ 04 91 04 16 39 Fx 04 91 04 16 35
evacelet@com-univ-mrs.fr

VASSEUR PIERRE

Université de Provence
3, place Victor Hugo
13331-MARSEILLE cedex 03
☎ 04 91 10 63 93 Fx 04 91 10 60 06

VILLENEUVE MICHEL

Université de Provence
URA CNRS 1208- case 67
3, place Victor Hugo
13331-MARSEILLE cedex 03
☎ 04 91 10 67 92 Fx 04 91 64 99 64

WANTIEZ LAURENT

T&W Consultants
B.P. 219
98845-NOUMEA cedex
Nouvelle-Calédonie
☎ (687) 27 14 47 Fx (687) 27 14 47

Anthropisation : ALLENBACH, BERLAND, BOUCHON, BOUCHON-NAVARRO, BOUR, CHARPENTIER-MAGGIORANI, CONAND, FICHEZ, GOÛT, MAGGIORANI, THOMAS, THOMASSIN, VASSEUR

Biodiversité : ADJEROUD, BOUCHER, BOUCHET, FAURE, GALZIN, LOUIS, RICHER DE FORGES, SALVAT, THOMASSIN

Bioérosion : CHAZOTTES, PEYROT-CLAUSADE

Biogéographie : BOUCHON, FAURE, KULBICKI, PAYRI, PLANES

Bio-indicateurs : ADJEROUD, BOUCHON-NAVARRO, CHARPY-ROUBAUD

Biominéralisation microbienne : DEFARGE, TRICHET

Bio-optique : MARITORENA, PAYRI

Biosédimentologie : CHAZOTTES, CHEVILLON, MONTAGGIONI

Blanchiment : PECHEUX, SALVAT

Boucle microbienne : DUFOUR (PH.), FERRIER-PAGES, TORRETON

Calcification : ALLEMAND, BESSAT, CONAND, CUIFF, GATTUSO, JAUBERT, LECLERCQ, PEYROT-CLAUSADE, TRICHET

Carbonates : CUET, CUIF, HUMBERT, MONTAGGIONI, THOMASSIN

Changement global : ALLENBACH, CASANOVA, ROMAINE

Ciguatera : BAGNIS, BERLAND

Communautés benthiques : BOUCHER, CLAVIER, NAIM, THOMASSIN

Crustacés : COUTURES, RICHER DE FORGES

Cyanobactéries : CHARPY, LE CAMPION

Datations : BARD, REYSS, RÉCY

Dégradation : CHABANET, MIOCHE, NAIM

Diagénèse : BUIGUES, CUIF, HUMBERT, PERRIN, RIBAUD-LAURENTI

Dinoflagellés : BAGNIS, BERLAND

Dioxyde de carbone : GATTUSO, JAUBERT, PECHEUX

Dynamique sédimentaire : ALLENBACH, CHEVILLON

Echinodermes : CONAND

Ecotoxicologie récifale : BAGNIS

Edification récifale : BUIGUES

Endo-upwelling : ANDRIÉ, ROUGERIE

Eutrophisation : BOUCHER, CHAZOTTES, HARMELIN-VIVIEN, PEYROT-CLAUSADE, VACELET

Flux de carbone : BOUCHER, CLAVIER, DELESALLE, GATTUSO, TORRETON

Foraminifères: KOUYOUMONTZAKIS, PECHEUX

Génétique : BLANC, JEHL, PAYRI, PLANES

Géochimie : BARD, CASANOVA, CASTELLARO, CORRÈGE, JEAN-BAPTISTE, JUILLET-LECLERC, REYNAUD, REYSS, TRICHET

Géochronologie : BARD, REYSS

Géomorphologie : PIRAZZOLI, THOMASSIN, VASSEUR

Gestion : CHAUVET, VASSEUR, WANTIEZ

Hydrodynamique : PAGES, TARTINVILLE

Inventaire : BOUCHER, BOUCHET, RICHER DE FORGES, THOMASSIN

Kopara : DEFARGE, TRICHET

Macrophytes : PAYRI

Mangrove : THOLLOT

Matière organique : BUSCAIL, JEHL

Mésocosmes : LECLERCQ

Métabolisme : GATTUSO, JAUBERT, MIOCHE, PICHON

Microbiologie : DUFOUR P., TORRETON, VACELET

Minéralisation : CUIF

Modélisation thermohydraulique : BROC, JEAN-BAPTISTE, LECLERC

Morphologie récifale : BUIGUES

Niveau marin : BARD, CAMOIN, JOUANNIC, PIRAZZOLI, PLAZIAT, RÉCY, REYSS

Nutrilites : CUET, FERRIER-PAGES, MIOCHE, ROUGERIE

Océanographie médicale : BAGNIS

Paléoclimats : CABIOCH, CAMOIN, CORRÈGE, JUILLET-LECLERC, PLAZIAT, RÉCY, RIBAUD-LAURENTI

Paléoécologie : CASTELLARO, PERRIN, PLAZIAT

Paléogéographie : PLAZIAT

Paléotempératures : CORRÈGE, RÉCY

Particules en suspension : BUSCAIL

Pétrologie : CUIFF, HUMBERT

Phosphatogénèse : JEHL, TRICHET

Physiologie des coraux : ALLEMAND, FERRIER-PAGES, GATTUSO, JAUBERT

Phytoplancton : DELESALLE

Poissons : BOUCHON-NAVARRO, CHARPENTIER-MAGGIORANI, DUFOUR V ., GALZIN, HARMELIN-VIVIEN, KULBICKI, LOUIS, MAGGIORANI, PLANES, SARRAMEGNA, THOLLOT, WANTIEZ

Production carbone : BOUCHER, CUET, GATTUSO, JAUBERT

Production ichtyologique : DUFOUR (V.), LOUIS

Radiotracking : COUTURES

Recrutement : DUFOUR (V.)

Réseau trophique : DUFOUR (PH)., HARMELIN-VIVIEN, LE BORGNE, RENON, TORRETON

Parcs et réserves naturelles : SARRAMEGNA, WANTIEZ

Restauration : CHABANET, NAÏM

Rhodophycées : PAYRI, PERRIN, PAYRI

Scléractiniaires : BOUCHON, FAURE, GUILLAUME, REYNAUD, ROMAINE, PERRIN, PICHON

Sclérochronologie : CASTELLARO, RÉCY

Sédimentation : COUDRAY, HEUSSNER, MONTAGGIONI, TRICHET, VACELET

Sédimentologie : ALLENBACH, BUSCAIL, CABIOCH, CASTELLARO, HUMBERT, RIBAUD-LAURENTI

Stromatolites : CAMOIN, DEFARGE, CHARPY-ROUBAUD, LE CAMPION

Surveillance : CHANCERELLE, GOÛT, SALVAT

Symbiose : ALLEMAND, FERRIER-PAGÈS, GATTUSO

Tectonique : JOUANNIC, VILLENEUVE

Télédétection : BOUR, MARITORENA, THOMAS

Terrasses soulevées : JOUANNIC, PIRAZZOLI

Tomodensitométrie : BESSAT, BUIGUES

Traceurs : ANDRIÉ

Uranium-Thorium : BARD, CASANOVA

Volcanisme : VILLENEUVE

Zooplancton : LE BORGNE, RENON