



LA TYPOLOGIE DES ÎLES

Dès 1842, Darwin insistait sur l'alignement des îles polynésiennes suivant une orientation commune. "L'archipel de la Société [écrivait-il] est séparé par un étroit espace de celui des Tuamotu, et leur direction parallèle montre qu'ils ont quelque relation entre eux".

Peut-être pressentait-il déjà que toutes les îles du centre de l'océan Pacifique appartenaient à un même ensemble structural, dérivant vers le nord-est au rythme du défilement de la plaque Pacifique.

Cependant, ces îles ont des aspects bien différents, résultant d'une évolution géodynamique : par étapes successives, l'île haute, nouvellement créée à proximité du point chaud, se transforme en atoll.

LES DONNÉES DE LA STRUCTURE DANS L'HISTOIRE GÉOMORPHOLOGIQUE DES ÎLES

LA GENÈSE

La plaque Pacifique s'étend depuis la dorsale Est-Pacifique où elle est générée, jusqu'aux fosses de subduction, à l'ouest, où elle disparaît dans l'asthénosphère. D'après les études récentes, elle se déplace du sud-est vers le nord-ouest à une vitesse comprise entre 10 et 11 cm par an à son équateur de rotation. Durant ce mouvement, la lithosphère se refroidit progressivement, subit une contraction et s'épaissit vers le nord-ouest. Elle s'alourdit et déprime l'asthénosphère, moins dense. Elle subit ainsi un affaissement lent, une subsidence qui explique que les profondeurs océaniques soient plus grandes au nord-ouest du Pacifique (5 000 à 6 000 m) qu'au sud-est (2 500 m), à proximité de la dorsale.

Dans ce contexte, les îles volcaniques de Polynésie française ont été créées par deux types de sources magmatiques différentes.

Une zone chaude médio-océanique aurait engendré le plateau des Tuamotu qui s'étend entre 2 000 et 3 000 m de profondeur sur plus de 1 000 km de long et dont les îles ne sont pas séparées les unes des autres par de grands fonds océaniques. Une montée continue de magma (TALANDIER et OKAL - 1987) aurait formé un vaste plateau basaltique du même type que celui de la région Islande - îles Féroé, dans l'Atlantique Nord.

Cinq points chauds, sources magmatiques relativement fixes situées dans le manteau, seraient à l'origine des alignements des îles Marquises, de l'archipel de la Société, des îles Australes-Cook, et des deux chaînes d'îles de la partie sud du plateau des Tuamotu : Pitcairn-Gambier-Héheretue et Ducie-Vanavana (DUNCAN et al - 1974; OKAL et CAZENAVE - 1985). Les datations des roches volcaniques de ces îles montrent qu'elles sont en effet plus récentes que la lithosphère sous-jacente, contrairement à celles du plateau des Tuamotu qui ont le même âge.

Le volcanisme intermittent de point chaud, associé au déplacement de la plaque Pacifique, construit des édifices espacés qui sont soit des îles, soit des monts sous-marins. La partie de la plaque se trouvant à l'aplomb du point chaud au moment de la construction s'en éloigne progressivement en portant les constructions ainsi créées comme des protubérances. C'est alors que commence l'évolution du relief des îles sous l'effet des facteurs géodynamiques internes et externes (SCOTT et ROTONDO - 1983).

LES TRANSFORMATIONS DU RELIEF

Aux quatre archipels de Polynésie française correspondent quatre types de formes et quatre types d'évolution géomorphologique.

a. Ainsi, l'archipel de la Société, caractérisé par un enfoncement progressif des édifices, est lié à un bombement sous-marin par amincissement de la lithosphère au-dessus du point chaud, puis à la subsidence lithosphérique en direction du nord-ouest.

b. Dans le cas de l'alignement des îles Australes-îles Cook du Sud, point chaud et réactivation volcanique due à un "superswell" (amincissement d'origine thermique de la lithosphère au sud de la faille transformante des îles Marquises), provoquent la formation d'îles volcaniques espacées et le soulèvement de certaines d'entre elles. Le segment central de l'archipel est en effet caractérisé par l'émergence d'affleurements calcaires coralliens, les *makatea*.

c. Les îles Marquises sont des reliefs volcaniques très marqués par une tectonique d'effondrement des édifices et par l'absence d'une couronne récifale ou par son immersion (BROUSSE - 1978, WAUTHY et al - 1988).

d. Quant aux îles Tuamotu, elles sont l'expression même des atolls, couronnes coralliennes au tracé plus ou moins circulaire reposant sur un socle volcanique situé d'autant plus profondément que l'on va vers le nord-ouest de l'archipel.

À chaque groupe d'îles correspond une succession d'événements géodynamiques qui ont conditionné le façonnement de leur relief. Globalement, elles se répartissent en dix-huit types, identifiés en fonction de trois paramètres principaux.

Comme on l'a vu plus haut, une lente immersion du relief sous l'effet de la subsidence lithosphérique générale se produit du sud-est vers le nord-ouest. Mais les édifices volcaniques les plus volumineux, donc les plus pesants, comme Tahiti, agissent aussi sur la lithosphère en provoquant sa déformation. Un affaissement et un bourrelet périphérique compensateur se forment, expliquant en partie certaines anomalies, comme la présence de l'atoll de Tetiaroa, celle du presqu'atoll de Maïao (HAMILTON - 1957; MC NUTT et MENARD - 1978; LAMBECK - 1981) et enfin, de l'atoll soulevé de Makatea qui serait situé sur le bourrelet compensateur de Tahiti.

La dynamique de façonnement du relief, particulièrement active en milieu tropical, résultat de la combinaison des processus d'érosion et d'accumulation, accroît en les amenuisant l'impression d'affaissement des îles vers le nord-ouest.

L'érosion hydrique, par exemple, se manifeste dès la naissance des édifices volcaniques. C'est ainsi que la presqu'île de Tairapu (ou Tahiti Iti), dont la construction a débuté il y a 300 000 ans, située seulement à 125 km du point chaud de Mehetia, est déjà profondément ciselée par des cours d'eau rayonnants, et que les îles Sous-le-Vent, beaucoup plus anciennes, sont plus intensément façonnées par les rivières et donc beaucoup plus disséquées.

Mais ce qui fait la caractéristique principale de l'évolution géomorphologique de ces îles, c'est la présence de tout un écosystème corallien qui, en enregistrant l'histoire géodynamique des archipels, a subi aussi les fluctuations du niveau marin entraînées par les épisodes de glaciation et de déglaciation du Quaternaire.

En effet, la vitalité des couronnes récifales des atolls et des îles hautes dépend de multiples facteurs d'ordre climatique et océanographique. Interviennent non seulement les modifications du niveau de la mer, mais également celles de la température de l'océan qui peuvent entraîner, comme aux îles Marquises il y a 18 000 ans, la mort d'un récif actuellement identifié à 90 m de profondeur autour de l'île de Nuku Hiva (WAUTHY et al - op. cit).

LE MODÈLE D'ÉVOLUTION DE L'ARCHIPEL DE LA SOCIÉTÉ

Les quatorze îles de l'archipel de la Société sont disposées en chapelet suivant une direction sud-est - nord-ouest sur une distance de près de 900 km, ce qui est peu par rapport aux 2 500 km le long desquels s'étire, suivant la même direction, l'archipel des îles Hawaï. On sait que l'archipel de la Société est le résultat de l'activité du point chaud de Mehetia situé à une centaine de kilomètres au sud-est de la presqu'île de Tairapu. Ce point chaud est composé de l'île haute de Mehetia et d'une trentaine de volcans immergés plus ou moins actifs.

UNE TYPOLOGIE DES ÎLES

Cinq types d'îles peuvent être distingués en fonction de leur relief :

- le **cône volcanique de Mehetia**, récemment émergé, présente un cratère sommital et un relief peu disséqué ayant pratiquement conservé ses caractéristiques originelles. Les formations récifales sont peu développées, seul un étroit récif frangeant discontinu ourle le rivage battu par la mer.

- l'**île principale de Tahiti** et la **presqu'île de Tairapu** sont des édifices élevés et imposants, déjà vigoureusement entaillés par les vallées. On y trouve cependant encore des pans entiers de la topographie originelle des coulées, appelés ici plateaux. La superficie du lagon est réduite, mais la couronne récifale est bien développée.

- les **îles de Moorea, Huahine et Tahaa** sont des constructions volcaniques très érodées. L'effondrement sous la mer d'une partie des îles de Moorea et de Tahaa, l'association de deux volcans principaux à Huahine, expliquent la diversité des formes de relief rencontrées. L'**île de Raiatea**, plus élevée que les autres, a un relief beaucoup plus massif.

- les **presqu'atolls de Maïao, Bora Bora et Maupiti** sont tous constitués d'un chicot volcanique résiduel entouré d'un lagon et d'une couronne récifale largement développée. Ils illustrent le dernier stade d'évolution des îles hautes avant l'immersion des affleurements volcaniques.

- les **atolls de Tupai, Maupihaa, Manuae et Motu One** sont des îles récifales à lagon intérieur sans roches volcaniques affleurantes. Elles précèdent un alignement de **monts sous-marins** au nord-ouest, qui sont les dernières formes que l'on puisse encore associer à l'activité volcanique du point chaud de l'archipel de la Société.

LA SUBSIDENCE LITHOSPHÉRIQUE ET L'IMMERSION DU RELIEF EN DIRECTION DU NORD-OUEST

Chacun peut constater que la massivité du relief et l'altitude des îles de la Société décroissent en direction du nord-ouest (Fig.1). La superficie du lagon et la couronne récifale augmentent dans la même direction, et semblent être de bons indicateurs de l'enneigement d'un relief qui est d'autant plus disséqué que les îles sont éloignées du point chaud.

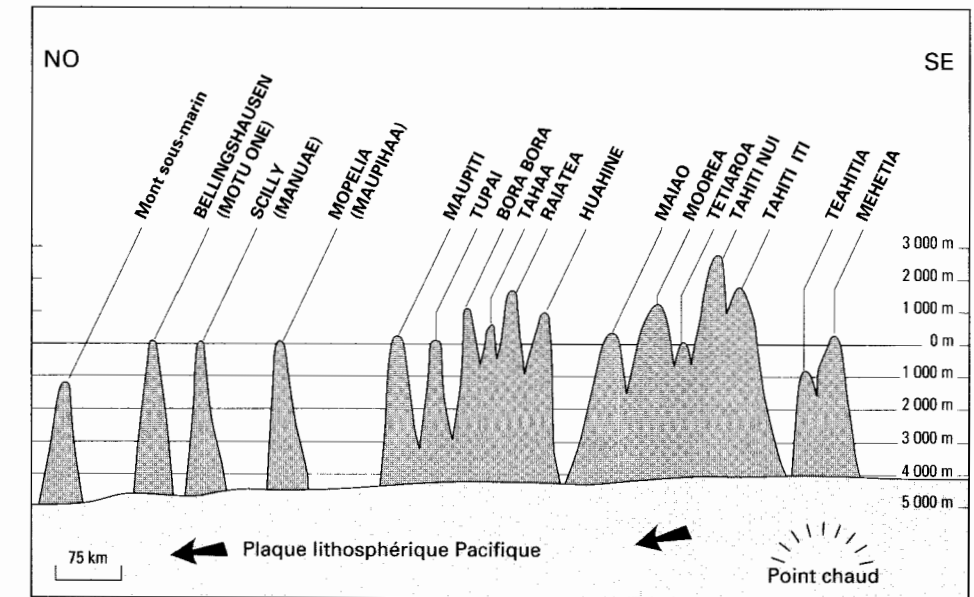


Fig. 1: Coupe sud-est - nord-ouest à travers l'archipel de la Société (d'après Scott et Rotondo - 1983, modifié)

L'évolution de la surface des dépôts coralliens émergés (*motu*) comparée à la surface totale de l'île est plus complexe. Les îles sans ou avec très peu de *motu* se localisent en début de chaîne (Mehetia, Tahiti et Moorea). Celles avec des *motu* bien développés (Huahine et Tahaa par exemple) constituent un stade intermédiaire avant le presqu'atoll, qui présente un épanouissement de ce type d'îlots (Maïao, Bora Bora, Maupiti). Enfin, le pourcentage de *motu* décroît dans les atolls de Manuae, Maupihaa et Motu One.

Dans ce schéma global où les îles finissent par disparaître sous l'effet de la subsidence progressive de la plaque lithosphérique, trois accidents peuvent cependant être mis en évidence.

a. À quelques dizaines de kilomètres de Tahiti, l'atoll de **Tetiaroa** cohabite avec cette île haute, à 185 km du point chaud de Mehetia, alors que sa forme rappelle celle d'îles qui sont situées beaucoup plus au nord-ouest dans l'alignement de l'archipel de la Société. Cette anomalie s'explique par l'enfoncement local de la lithosphère sous le poids de l'île de Tahiti. L'atoll serait donc un petit appareil volcanique subsident localisé sur l'auréole d'affaissement, à proximité de Tahiti (Fig. 2). Mais ce pourrait être aussi un petit volcan n'ayant jamais atteint une grande taille et ayant été immédiatement érodé.

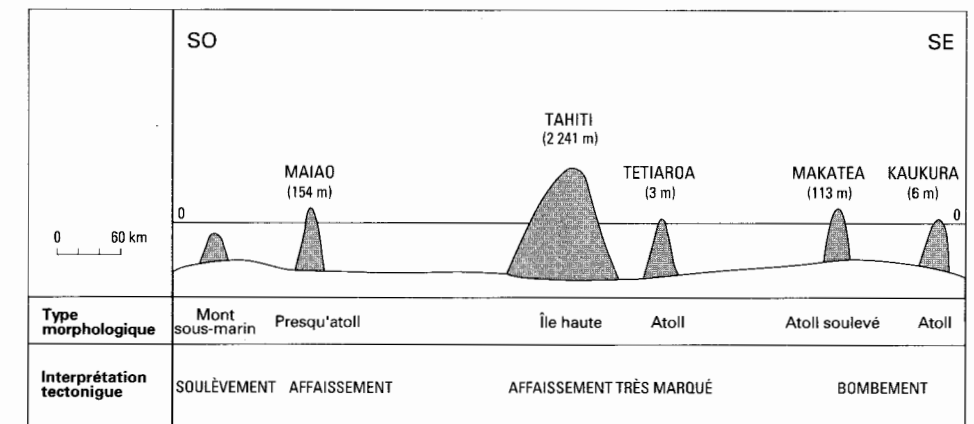
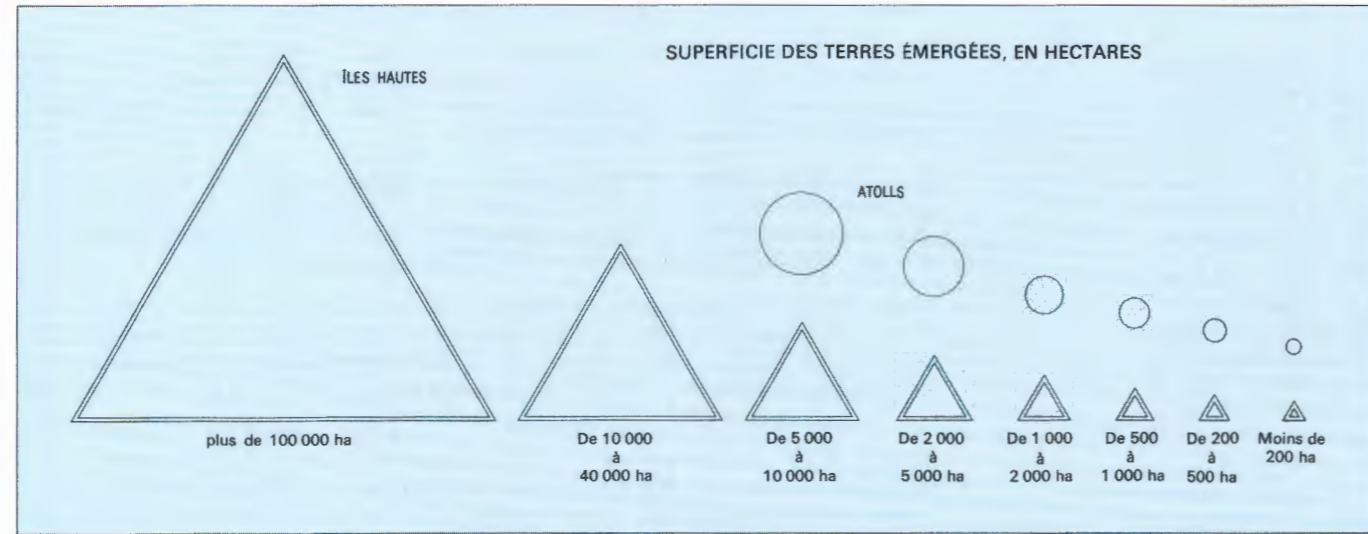


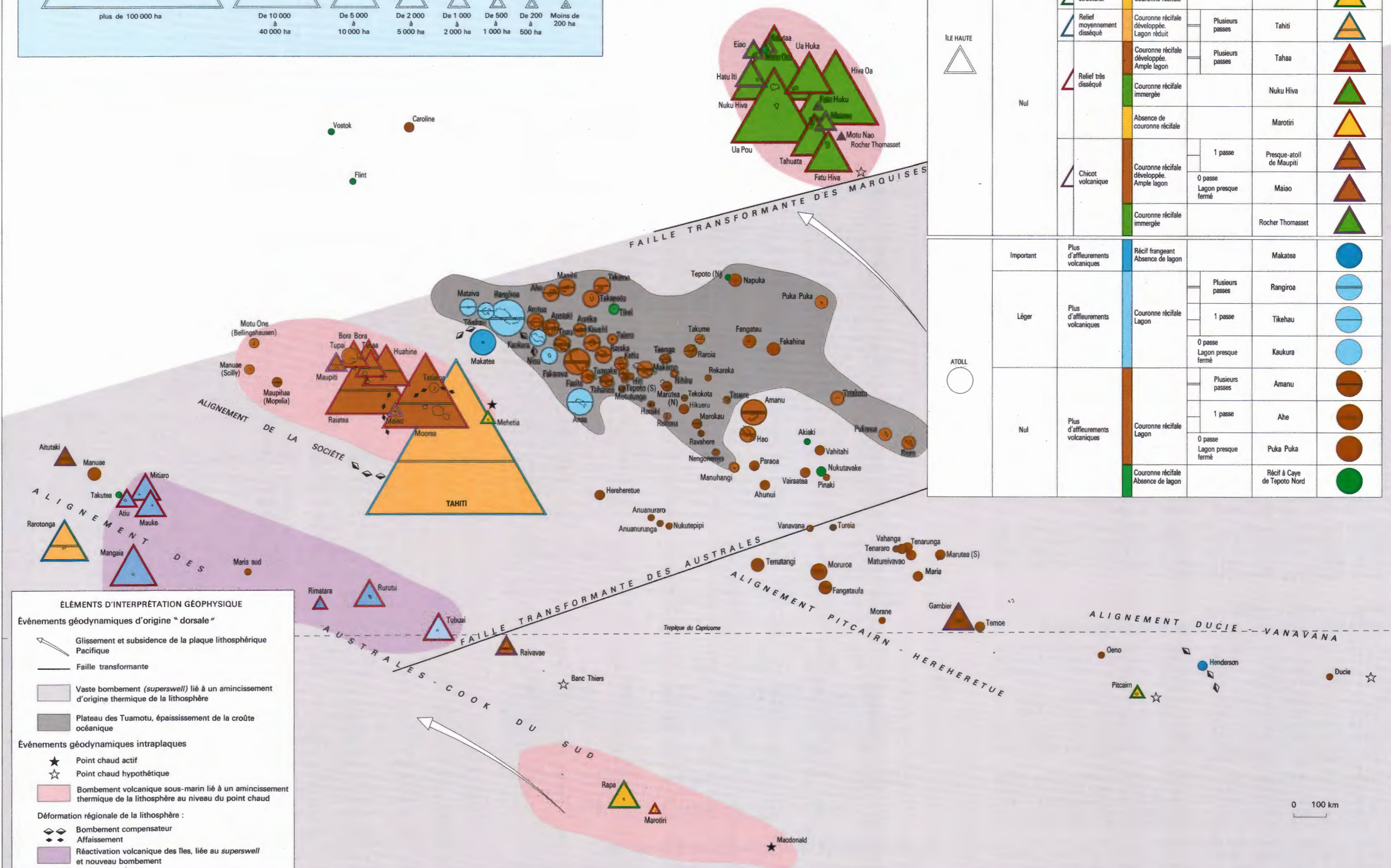
Fig. 2: Déformations compensatoires de la lithosphère de part et d'autre de Tahiti

b. Le presqu'atoll de **Maïao** se situe aussi à une distance réduite du point chaud de Mehetia (275 km), contrairement à celui de Maupiti qui en est à 473 kilomètres. L'île se caractérise par le partage de son petit lagon en trois alvéoles séparées par des *motu* accolés au chicot volcanique central. Son chaînon résiduel, qui culmine à 154 mètres, est l'ultime témoin d'une petite construction volcanique. La subsidence due au poids de Tahiti a probablement joué ici comme à Tetiaroa, mais avec une intensité moins forte car Maïao est plus éloigné de Tahiti (115 km contre 50 pour Tetiaroa).

c. Plus au nord-ouest dans l'archipel, l'île de **Raiatea** est beaucoup plus massive que sa voisine Tahaa alors que sa distance au point chaud est sensiblement la même. Cette caractéristique semble due à l'occurrence d'un volcanisme trachytique et phonolitique récent qui a en grande partie dissimulé un relief basaltique évolué, né du point chaud sous des coulées de laves donnant de vastes plateaux comme celui du Temehani (BROUSSE - 1985).



TYPE MORPHOLOGIQUE	SOULÈVEMENT TECTONIQUE	STADE DE DISSECTION	DÉVELOPPEMENT DE L'ÉCOSYSTÈME CORALLIEN	RELATIONS HYDROLOGIQUES LAGON-OcéAN	ARCHÉTYPE	REPRÉSENTATION GRAPHIQUE
ÎLE HAUTE	Important	Relief très disséqué	Couronne récifale émergée et karstifiée. Récif frangeant. Absence de lagon		Rurutu	
		Relief très disséqué	Couronne récifale émergée et développée. Ample lagon		Tubuai	
Nul	Léger	Relief presque structural	Absence de couronne récifale		Mehetia	
		Relief moyennement disséqué	Couronne récifale développée. Lagon réduit	Plusieurs passes	Tahiti	
	Relief très disséqué	Couronne récifale développée. Ample lagon	Plusieurs passes	Tahaa		
		Absence de couronne récifale		Nuku Hiva		
	Chicot volcanique	Couronne récifale développée. Ample lagon	1 passe	Presque-atoll de Maupiti		
		Couronne récifale immergée	0 passe Lagon presque fermé	Maiao		
			Couronne récifale immergée		Rocher Thomasset	
ATOLL	Important	Plus d'affleurements volcaniques	Récif frangeant. Absence de lagon		Makatea	
			Couronne récifale. Lagon	Plusieurs passes	Rangiroa	
	Léger	Plus d'affleurements volcaniques	Couronne récifale. Lagon	1 passe	Tikehau	
				0 passe Lagon presque fermé	Kaukura	
	Nul	Plus d'affleurements volcaniques	Couronne récifale. Lagon	Plusieurs passes	Amanu	
				1 passe	Ahe	
			0 passe Lagon presque fermé	Puka Puka		
			Couronne récifale. Absence de lagon	Récif à Caye de Tepoto Nord		



ÉLÉMENTS D'INTERPRÉTATION GÉOPHYSIQUE

Événements géodynamiques d'origine " dorsale "

- Glissement et subsidence de la plaque lithosphérique Pacifique
- FaUILLE TRANSFORMANTE
- Vaste bombement (*superswell*) lié à un amincissement d'origine thermique de la lithosphère
- Plateau des Tuamotu, épaissement de la croûte océanique

Événements géodynamiques intraplaques

- Point chaud actif
- Point chaud hypothétique
- Bombement volcanique sous-marin lié à un amincissement thermique de la lithosphère au niveau du point chaud

Déformation régionale de la lithosphère :

- Bombement compensateur
- Affaissement
- Réactivation volcanique des îles, liée au *superswell* et nouveau bombement

0 100 km

L'ALIGNEMENT DES ÎLES AUSTRALES - ÎLES COOK DU SUD

UN OU PLUSIEURS POINTS CHAUDS

Les quinze îles Australes et Cook du Sud s'alignent suivant une direction sud-est – nord-ouest, sur 2 200 km de long, alors que les quatorze îles de la Société s'échelonnent sur 900 km seulement.

La distance entre le point chaud Macdonald, générateur de l'alignement, et l'île d'Aitutaki, aux îles Cook, est le triple de la longueur de l'archipel de la Société qui compte pourtant un nombre d'îles comparable. Dans le détail, ces îles ne sont pas alignées régulièrement. Au nord-ouest de l'archipel, les îles de Mangaia et Rarotonga sont nettement décalées vers le sud. Dans la partie sud-est, un décrochement est également visible entre Rapa et Raivavae. Cette disposition échelonnée est difficilement explicable par l'activité du seul point chaud Macdonald. Si le tronçon méridional de Marotiri à Rapa s'y raccorde logiquement, le segment insulaire septentrional qui va de Raivavae à Aitutaki devrait être rattaché à un hypothétique point chaud situé à proximité du banc Thiers, dans le sud-est.

Les irrégularités constatées dans l'alignement des îles sont confirmées par les datations radiochronologiques des roches volcaniques (Fig. 3).

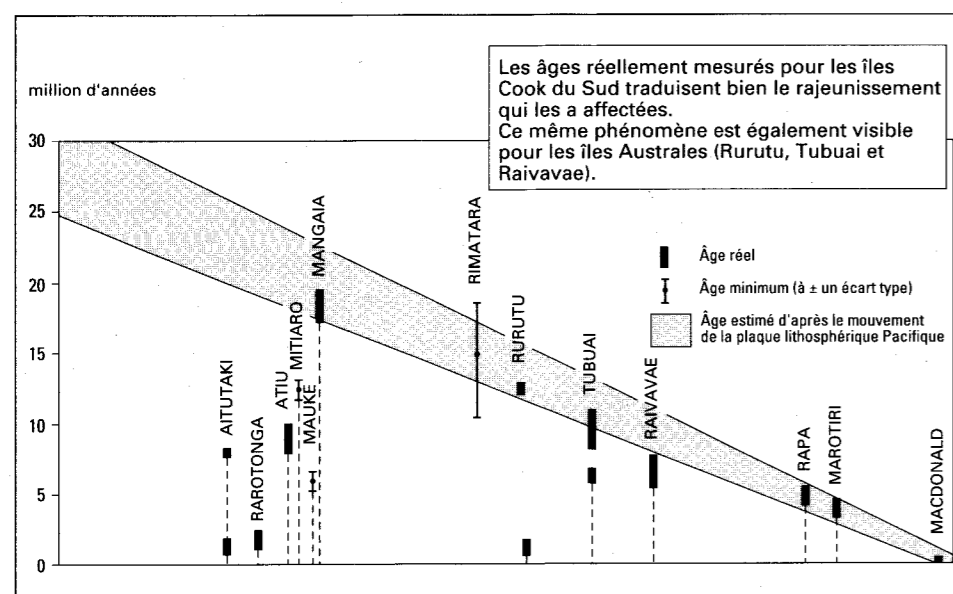


Fig. 3 : Âges, réels et estimés, des îles en fonction de la distance au point chaud (d'après Turner et Jarrard, - 1982, et Bellon et al. - 1980 - In Stoddart et Spencer - 1987)

En effet, les roches qui constituent les îles de Rarotonga, Aitutaki, Atiu, Mauke et Mitiaro sont beaucoup plus jeunes que ne le laisserait supposer leur éloignement du point chaud. On constate qu'une réactivation volcanique affecte les îles de Rurutu et Aitutaki après une formation initiale au-dessus du point chaud.

L'activité de l'île de Tubuai se déroule, sans interruption marquée, sur près de six millions d'années, durée inhabituelle pour une île née d'un point chaud. Mais paradoxalement, le relief de cette île ne se distingue pas significativement de celui des îles qui ont eu des durées de construction moins longues.

Ces faits indiquent qu'il n'y a pas ici, comme pour les îles de la Société, de relation directe entre la distance au point chaud et l'immersion progressive du relief. En fait, l'alignement des îles Australes se scinde en trois tronçons orographiques, segments différents qui semblent témoigner d'une déformation marquée de la lithosphère sous la partie centrale de l'archipel.

UNE ÉVOLUTION CLASSIQUE: LE PREMIER SEGMENT, DU MACDONALD À RAIVAVAE

Les îles de Marotiri, Rapa et Raivavae s'individualisent par des formes très déchaquetées. À l'extrémité sud-est de l'archipel des Australes, à 340 kilomètres du point chaud, se situent les îlots de Marotiri, groupe de dix petits pitons volcaniques en forme d'aiguille qui émergent d'un vaste plateau.

À 90 km au nord-ouest de Marotiri (430 km de Macdonald), l'île de Rapa se distingue par un relief très accidenté formé d'une double ligne de crêtes et d'aiguilles imposantes qui domine la profonde baie d'Ahurei à l'est. L'île est interprétée comme le résultat de l'effondrement, en caldeira ou en chaudron, de la partie centrale d'un dôme volcanique. Les récifs coralliens sont présents, bien qu'ils ne forment pas de véritable barrière.

Une distance de 500 km sépare Rapa de Raivavae (914 km de Macdonald) qui est un presqu'atoll entouré d'une ceinture de motu et d'une large couronne récifale. Au centre d'un vaste lagon, un relief volcanique résiduel qui s'apparente à ceux de Bora Bora et de Maupiti dans l'archipel de la Société, est cerné par un récif. Ce qui laisse supposer une immersion conforme au phénomène décrit dans cet archipel.

L'évolution de ces trois îles se déroulerait ainsi sur 915 km depuis le point chaud qui leur a donné naissance jusqu'à la position actuelle de Raivavae, alors que dans l'archipel de la Société la même évolution entre Mehetia et Maupiti se serait effectuée sur une distance de 470 km.

LES ÎLES VOLCANO-KARSTIQUES LIÉES À UNE ANOMALIE DE LA LITHOSPHERE

Les îles de Rurutu, Rimatara, Mangaia, Mauke, Mitiaro et Atiu sont caractérisées par d'importants affleurements calcaires coralliens soulevés (*makatea*), qui encerclent un cœur volcanique basaltique (SPENCER et al. - 1987; STODDART et SPENCER - 1987). La proportion des terres immergées de l'île, jusqu'à la crête externe de la couronne récifale, par rapport à la superficie des terres émergées, est faible: elle varie de 10 % pour Mitiaro et Mangaia à 26 % pour Rimatara qui possède un petit lagon. Toutes les autres îles sont entourées d'un récif frangeant.

L'étude de la répartition des *makatea*, par rapport à la superficie de l'île haute volcanique, montre nettement que si ces îles sont aujourd'hui émergées, cela n'a pas toujours été le cas dans le passé. Au nord-ouest de l'alignement, les *makatea* sont spatialement plus développés que les affleurements volcaniques (à Mauke et à Mitiaro, par exemple). Leur superficie relative passe de 11 % à Rurutu, au sud-est du tronçon, plus proche du point chaud, à 76 % pour Mitiaro, à 600 kilomètres au nord-ouest de Rurutu. Dans cette île, les calcaires coralliens dominent de dix mètres les petites collines volcaniques centrales. À Mauke, les affleurements volcaniques ne dépassent le *makatea* que de 8 mètres. La dissolution du calcaire en milieu tropical humide mettrait donc en évidence la présence, à Mitiaro et Mauke, de noyaux volcaniques qui auraient formé l'ossature de véritables atolls ensuite soulevés (Tableau 1).

Tableau 1: Altitude maximale des *makatea*

îles	Altitude (en mètre)
RURUTU	140
RIMATARA	16
MANGAIA	73
MAUKE	14,6
MITIARO	10,9
ATIU	22,1

La section nord-ouest (Mangaia, Mauke, Mitiaro, Atiu), caractérisée par des *makatea* très étendus, témoins d'un stade ancien d'immersion, s'oppose au tronçon sud-est (Rurutu, Rimatara) où la couronne karstique est à la fois discontinue et spatialement beaucoup moins importante que le noyau central volcanique (WOOD et HAY - 1970).

Les héritages géomorphologiques permettent donc d'identifier une ancienne immersion progressive du relief, du sud-est vers le nord-ouest, plus conforme au modèle classique d'évolution des îles nées d'un volcanisme intraplaque que leur actuelle configuration physique ne peut le laisser supposer. Il y a donc eu d'abord immersion, puis émergence. Au cours de leur déplacement les îles ont donc subi une évolution les conduisant à leur disparition. Par la suite, en passant au-dessus d'une zone bien précise de l'asthénosphère, elles auraient émergé, Rurutu étant le témoin le plus récent du soulèvement, puis auraient subi à nouveau une immersion lente vers le nord-ouest.

Un bombement de la lithosphère peut s'expliquer par la faiblesse de son épaisseur sous l'archipel du fait d'un épisode de réchauffement indépendant de la formation initiale des îles au-dessus du point chaud (CALMANT et CAZENAVE - 1986). Ce vaste bombement (superswell), d'origine thermique, affecterait la lithosphère au sud de la faille transformante des Marquises (MC NUTT et FISCHER - 1987) et aurait pour résultat son amincissement qui permettrait une réactivation volcanique. Il y aurait donc une anomalie tectonique positive qui permettrait d'expliquer à la fois l'émergence et la récurrence volcanique des îles. Du point de vue géomorphologique, les conséquences de ce phénomène se font nettement sentir de Tubuai à Atiu sur près de 1 000 kilomètres. En effet, l'île de Tubuai présente une grande plaine côtière marécageuse qui n'est dominée que par deux petits massifs volcaniques. Même si en plusieurs endroits du lagon les roches éruptives affleurent, les formations récifales sont présentes sous la plaine littorale et forment presque toujours le soubassement des zones marécageuses à une altitude légèrement supérieure au niveau de la mer. Tubuai se localiserait donc en début de phase d'émergence des îles, mais constituerait encore un élément actuellement quasi immergé de ce stade.

Deux irrégularités morphologiques perturbent toutefois la logique de cette explication. L'atoll de Maria, entre les îles de Rimatara et de Mauke, présente une morphologie typique d'immersion du relief. L'île de Rarotonga, où l'on voit des indices d'émergence (récifs soulevés), est une île récente née probablement d'un autre point chaud et subissant actuellement le bombement lithosphérique qui affecte toute la région centrale de l'archipel (Fig. 4).

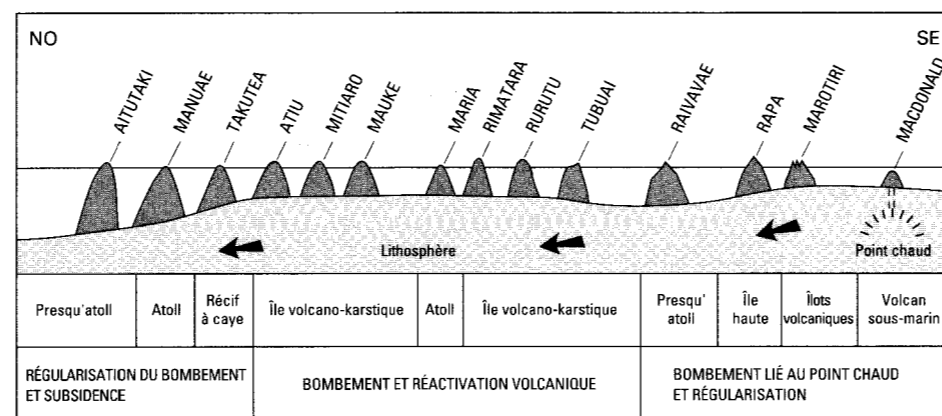


Fig. 4: Évolution géomorphologique et interprétation tectonique des îles Australes et Cook du Sud

LE SEGMENT FINAL D'IMMERSION DU RELIEF

Au nord-ouest de l'archipel, le presqu'atoll d'Aitutaki est caractérisé par un volcan central peu élevé (124 mètres). Le lagon et la couronne récifale sont largement

développés. Comme à Raivavae, la profondeur du lagon est faible (11 mètres maximum à Aitutaki, et 19 mètres maximum à Raivavae).

Les atolls de Manuae et, plus loin vers le nord-ouest, Palmerston, sont des ensembles récifaux sans roche volcanique affleurante, de forme annulaire, avec un lagon central. Takutea est un récif à cayes ovoïde, c'est-à-dire un banc de sable corallien sur un platier récifal sans lagon.

Ces trois îles révèlent une immersion non progressive du relief vers le nord-ouest. La présence du presqu'atoll d'Aitutaki est peut-être liée à l'anomalie majeure d'émergence qui affecte le segment précédent. En effet, cette île s'individualise aussi par une récurrence volcanique comme à Rimatara, Rurutu et Tubuai.

Cependant, une nouvelle séquence d'immersion l'emporte globalement à l'extrémité septentrionale de l'archipel. Cette évolution du relief correspond-elle à la régularisation topographique du bombement de la lithosphère et à la subsidence à nouveau non perturbée de la plaque Pacifique vers le nord-ouest ?

Au sein de l'alignement des Australes et des Cook du Sud, se singularisent donc trois tronçons, indicateurs d'une déformation majeure de la lithosphère, sur une distance d'au moins 1 000 kilomètres. Un bombement lithosphérique associé à une réactivation volcanique vient bouleverser le déroulement classique de la morphogénèse des îles nées d'un point chaud, associée à la subsidence progressive de la plaque Pacifique. Cette anomalie géodynamique permet à la fois la réapparition d'îles hautes qui étaient auparavant des atolls et l'étirement de l'archipel sur 2 200 kilomètres de long.

UN ESSAI DE TYPOLOGIE DES ATOLLS DES TUAMOTU-GAMBIER

Trois critères morphométriques ont été quantifiés pour 73 atolls sur les 77 que compte l'archipel:

- la surface totale comprenant la couronne récifale, limitée par la crête externe et la pente interne, et le lagon;
- la surface de la couronne récifale;
- la surface des *motu* localisés sur la couronne récifale.

En fonction de ces critères et après classement, il est possible de distinguer quatre principaux types morphologiques. Le choix du tri est basé sur la mesure de la dispersion des données autour de la moyenne fournie par le coefficient de variation de chaque variable.

Le tri comprend 3 clefs par ordre hiérarchique:

- la superficie des lagons (coefficient de variation de 185 %);
- la superficie totale (coefficient de variation de 171 %);
- la superficie de la couronne récifale (coefficient de variation de 117 %).

LES ATOLLS DE TYPE I (Tableau 2)

Les 31 atolls de ce type sont caractérisés par une faible superficie totale (environ 1 900 hectares) et par un développement important de la couronne récifale qui représente en moyenne 50 % de cette superficie, alors que la surface moyenne de la couronne récifale des 73 atolls étudiés est de 39 %. Ces petits atolls se singularisent par l'importance des dépôts coralliens (*motu*) sur des couronnes récifales bien développées. En effet, le rapport *motu* / couronne récifale s'élève à plus de 37 %. Une couronne épanouie et légèrement surélevée, en relation avec un niveau moyen de l'océan à + 1 m entre 5 500 et 1 250 ans BP, explique la faiblesse des échanges entre l'océan et le lagon. Aucun de ces atolls n'est pourvu de passe.

Certains lagons de ce type d'atolls sont en voie de comblement et d'assèchement comme Rekareka, Puka Puka et Pinaki.

L'absence partielle de photographies aériennes ne permet pas d'étudier la répartition des chenaux (*hoa*) et la détermination de leur degré d'activité en fonction de leurs orientations. Mais Chevalier (1969) a montré qu'à Moruroa, les *hoa* fonctionnels étaient plus fréquents sur les côtes "au vent" que sur les côtes "sous le vent" (PIRAZZOLI et MONTAGGIONI - 1988).

Les atolls de Type I se concentrent à l'est de l'archipel des Tuamotu et s'opposent aux vastes atolls du nord-ouest. Du point de vue géodynamique, le sud-est des Tuamotu-Gambier est formé par la terminaison orientale du plateau des Tuamotu et deux alignements insulaires probablement nés de points chauds intraplaques: Pitcairn-Gambier-Hereheretue, Ducie-Vanavana. Les critères morphométriques ne rendent pas compte des genèses distinctes. D'ailleurs les atolls situés au nord-ouest des îles de la Société, en fin d'alignement, s'apparentent très largement à ceux du Type I des Tuamotu dont l'archétype est Fangatau. Leur petite taille pose un problème d'interprétation géologique: sont-ils armés par des édifices volcaniques originaux de petite taille, qui s'opposeraient à des constructions plus volumineuses au nord-ouest ?

Deux variantes apparaissent. Tepoto Nord, Tikei, Akiaki et Nukutavake sont de petits atolls à lagon comblé ou de simples récifs à cayes, *motu* isolé sur un récif, comme à Akiaki. En revanche, les atolls de Hiti et de Tuanake constituent une transition vers le Type II avec des lagons étendus (supérieurs à 75 % de la superficie totale) bien que de dimensions modestes.

Tableau 2 : Caractéristiques morphométriques des atolls de Type I

Atoll	Superficie (en hectare)				MOTU / CR	LAG / TOT
	Total	Couronne récifale	Lagon	Motu		
PINAKI	402	325	77	130	40,00	19,15
NUKUTEPIPI	530	360	170	83	23,06	32,08
TEPOTO Sud	500	300	200	75	25,00	40,00
VANAVANA	553	350	203	185	52,86	36,71
ANUANURUNGA	650	350	300	150	42,86	46,15
TEKOKOTA	700	400	300	15	3,75	42,86
REKAREKA	2 141	1 809	332	160	8,84	15,51
VAHANGA	1 000	600	400	250	41,67	40,00
TENARUNGA	880	310	570	220	70,97	64,77
MARIA Est	1 300	700	600	300	42,86	46,15
VAHITAHU	1 719	1 012	707	250	24,70	41,13
ANUANURARO	1 550	750	800	200	26,67	51,61
PUKA PUKA	1 600	1 060	800	540	50,94	50,00
TAUERE	1 900	1 100	800	200	18,18	42,11
REITORU	1 222	416	806	170	40,87	65,96
MANUHANGI	1 300	480	820	350	72,92	63,08
TAIARO	428	428	923	330	77,10	21,50
FANGATAU	1 992	992	1 000	590	59,48	50,20
HARAIKI	2 500	1 400	1 100	270	19,29	44,00
MATUREIVAVAO	2 000	700	1 300	250	35,71	65,00
TEMOE	2 110	800	1 310	215	26,88	62,09
PARAOA	2 549	730	1 440	400	54,79	66,36
VAIRAATEA	2 200	1 060	1 489	300	28,30	58,42
MORANE	3 122	700	1 500	100	14,29	68,18
FAKAHINA	3 122	1 526	1 596	830	54,39	51,12
NAPUKA	3 338	1 528	1 810	810	53,01	54,22
AHUNUI	2 700	800	1 900	310	38,75	70,37
TATAKOTO	3 748	1 778	1 970	730	41,06	52,56
TENARARO	3 600	1 600	2 000	80	5,00	55,56
HEREHERETUE	3 700	1 400	2 300	340	24,29	62,16
PUKARUA	4 114	1 770	2 344	650	36,72	56,98
Moyenne	1 878		888		1 028	
306		37,26	49,55			
Écart type	1 096,02	494,58	666,89	217,15	19,19	14,44
Coef. Var.	58,36	55,68	64,87	70,99	51,51	29,15
AKIAKI	98	98	0	60	61,22	0,00
TEPOTO Nord	200	200	0	185	0,93	0,00
TIKEI	400	400	0	345	86,25	0,00
NUKUTAVAKE	550	550	0	490	89,09	0,00

MOTU / CR: Rapport des motu sur la couronne récifale – LAG / TOT: Rapport lagon sur la superficie totale de l'atoll

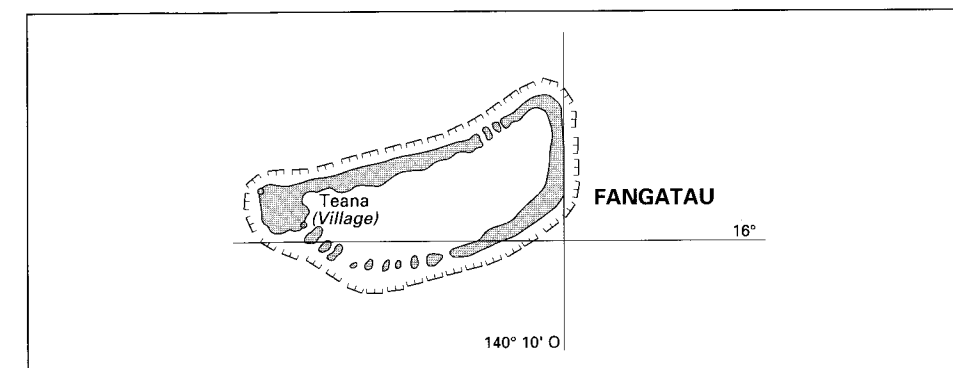


Fig. 5 : Type I - L'atoll de Fangatau à 1/175 000 (d'après le SHOM)

LES ATOLLS DE TYPE II (Tableau 3)

Ces 20 atolls ont des dimensions plus importantes. D'une superficie totale moyenne d'environ 13 000 hectares, ils ont surtout des lagons plus étendus, plus du double de ceux du Type I. La superficie moyenne de la couronne récifale ne représente plus que le cinquième de la surface totale de l'atoll au lieu de la moitié. Les atolls de Type II, ainsi d'ailleurs que ceux de Type III, ont, en effet, une orientation dominante E-SE – O-NO ou SE – NO (13 atolls sur les 33 des Types II et III) alors que ceux de Type I sont plutôt circulaires. Cette orientation peut être mise en relation avec la direction des alizés et des mers du vent dominants. La côte au vent connaîtrait un développement plus rapide du fait d'une calcification préférentielle. Les remontées d'eaux profondes par endo-upwelling seraient favorisées par une forte houle nettoyant la couronne récifale et limitant un éventuel colmatage qui pourrait gêner les sorties d'eau (ROUGERIE et WAUTHY - 1990). Les motu se situent sur la côte "au vent" à proximité de la zone de construction mais aussi d'érosion maximale des coraux. Cette hypothèse n'est pas toujours confirmée. Par exemple à Tikehau, la couronne récifale est beaucoup plus large sur la côte "sous le vent" que sur la côte "au vent". L'érosion semble donc l'emporter sur la construction sur la côte "au vent" de cette île. Reao illustre bien ce type d'atoll. Le lagon représente 55 % de la surface totale de l'île.

Tableau 3 : Caractéristiques morphométriques des atolls de Type II

Atoll	Superficie (en hectare)				MOTU / CR	LAG / TOT
	Total	Couronne récifale	Lagon	Motu		
REAO	6 154	2 768	3 386	940	33,96	55,02
TAKUME	6 550	2 200	4 350	450	20,45	66,41
FANGATAUFA	5 400	900	4 500	530	58,88	83,30
TUREIA	6 427	1 706	4 721	835	48,94	73,46
RAVAHERE	6 380	630	5 750	70	11,11	90,13
MARUTEA Sud	8 200	2 400	5 800	400	16,67	70,73
TEMATANGI	7 900	1 656	6 244	550	33,21	79,04
NENGNENGO	8 900	2 300	6 600	90	3,91	74,16
TAKAPOTO	10 150	2 400	7 750	1 500	62,50	76,35
HIKUEU	10 766	2 861	7 905	280	9,79	73,43
TAKAROA	11 340	2 890	8 450	1 650	57,09	74,51
NIHIRU	9 800	1 000	8 800	200	20,00	89,80
MOTUTUNGA	15 192	2 580	12 612	140	5,43	83,02
AHE	17 030	3 140	13 890	1 220	38,85	81,56
ARATIKA	17 350	2 853	14 500	830	29,09	83,57
MANIHI	19 220	3 250	15 970	1 300	40,00	83,09
TAENGA	19 500	2 750	16 750	490	17,82	85,90
MAROKAU	24 980	3 420	21 567	450	13,16	86,34
FAAITE	26 430	3 739	22 691	880	23,54	85,85
KATIUI	26 350	3 100	23 250	1 000	32,26	88,20
Moyenne	13 201		2 427		10 774	
690		28,83	79,19			

LES ATOLLS DE TYPE III (Tableau 4)

Les grands atolls du nord-ouest des Tuamotu se distinguent de ceux du Type II surtout par leur taille. Rangiroa est le deuxième atoll du monde, par sa superficie (164 000 ha), après Kwajalein aux îles Marshall. Les trois atolls "géants" des Tuamotu du nord-ouest (Rangiroa, Fakarava et Makemo) ont probablement des assises volcaniques immergées très volumineuses correspondant à la coalescence de plusieurs appareils volcaniques comme Tahiti Iti et Tahiti Nui. D'ailleurs, l'île de Tahiti pourrait être toute entière contenue dans le lagon de Rangiroa. L'orientation préférentielle sud-est – nord-ouest pourrait donc être aussi liée à l'orientation sud-est – nord-ouest des volcans.

Tableau 4 : Caractéristiques morphométriques des atolls de Type III

Atoll	Superficie (en hectare)				MOTU / CR	LAG / TOT
	Total	Couronne récifale	Lagon	Motu		
KAUEHI	36 679	4 684	31 995	1 500	32,02	87,23
RARAKA	38 427	4 257	34 270	700	16,44	89,18
RAROA	44 000	5 500	38 500	750	13,64	87,50
TIKEHAU	46 121	6 121	40 000	2 000	32,67	86,73
MARUTEA Nord	51 500	11 500	40 000	270	2,35	77,67
KAUKURA	54 600	11 200	43 400	1 104	9,86	79,49
ARUTUA	57 000	8 600	48 400	1 100	12,79	84,91
TAHAENA	62 447	10 195	52 252	770	7,55	83,67
TOAU	67 300	11 200	56 100	1 200	10,71	83,36
APATAKI	77 100	6 500	70 600	2 000	30,77	91,57
Moyenne	53 517		7 976		45 552	
1 139		16,88		85,13		
Écart type	12 908,85		2 885,57		11 636,87	
563,20		10,98		4,26		
Coef. Var.	24,12		36,18		25,55	

LES ATOLLS DE TYPE IV (Tableau 5)

Les atolls de Mataiva, Niau, Anaa et Makatea sont situés à la limite extrême de la perturbation tectonique liée à la surcharge de la lithosphère sous le poids de Tahiti. Makatea est un atoll soulevé à plus de 100 mètres d'altitude. Mataiva, Niau et Anaa, plus éloignés de Tahiti, ont été moins affectés par la surrection (quelques mètres). La couronne récifale bien développée est exondée, recouverte d'une large ceinture de motu presque continue. L'atoll de Mataiva se caractérise par un lagon réticulé, les alvéoles pouvant être les témoignages immergés d'un relief karstique façonné lors d'une régression marine. D'autres atolls comme Napuka, Anaa, et Rekareka présentent des réticulations beaucoup moins nettes.

Tableau 5 : Caractéristiques morphométriques des atolls de Type IV

Atoll	Superficie (en hectare)				MOTU / CR	LAG / TOT
	Total	Couronne récifale	Lagon	Motu		
MAKATEA	2 950	0	0	0	0,00	0,00
MATAIVA	5 000	2 500	2 500	1 500	60,00	50,00
NIAU	5 700	2 400	3 300	2 156	89,83	66,58
ANAA	13 465	4 500	8 965	3 770	83,78	57,89

Les quatre types individualisés (Type I des Tuamotu de l'Est, Types II et III des Tuamotu de l'Ouest, Type IV à l'extrémité nord-ouest) définissent donc trois régions géomorphologiques distinctes au sein de l'archipel des Tuamotu-Gambier, qui doivent correspondre à des événements géodynamiques et océanographiques spécifiques encore méconnus.

LA RIDE ASÉISMIQUE DES ÎLES MARQUISES

LES HYPOTHÈSES RELATIVES À L'ORIGINE ET À L'ORIENTATION DU GROUPE

L'archipel des Marquises est, comme l'alignement de l'archipel de la Société, situé sur un bombement volcanique sous-marin haut d'environ un kilomètre au-dessus du fond océanique environnant. Ce bombement est caractéristique du réchauffement de la lithosphère par un point chaud intraplaque (CROUGH et JARRARD - 1981). L'âge des îles Marquises progresse logiquement du sud – sud-est vers le nord – nord-ouest. Le point chaud n'est pas localisé, aucune activité volcanique n'ayant encore été décelée au sud-est de Fatu Hiva, île la plus jeune.

L'orientation sud-sud est – nord-nord ouest des îles Marquises diverge par rapport à l'orientation sud-est – nord-ouest des îles Tuamotu, de la Société, Australes et Cook du Sud. Le sens de déplacement de la plaque lithosphérique aurait donc été différent au moment de la formation des îles de part et d'autre de la faille transformante des îles Marquises.

UN ESSAI DE TYPOLOGIE

On peut classer les îles Marquises en trois types, en fonction de leur dissection par l'érosion :

- Fatu Hiva, Ua Huka, Nuku Hiva, Tahuata, Hiva Oa et Ua Pou sont caractérisées par des formes structurales encore assez étendues. Par exemple, les quatre premières sont formées d'un volcan avec une ou plusieurs caldeiras bien visibles, alors que Hiva Oa résulte de la coalescence de plusieurs volcans.
- six îlots et petites îles (Rocher Thomasset, Motane, Fatu Huku, Hatutu, Eiao et Hatu Iti) sont des reliefs résiduels d'appareils volcaniques presque complètement démantelés par l'érosion.
- à l'extrémité nord-ouest, Motu One est un récif à cayes où il n'y a plus d'affleurement volcanique.

L'érosion littorale est particulièrement active du fait de l'absence de couronne récifale protectrice. La plupart des îles présentent d'imposantes falaises vives comme à Tahuata, Ua Pou et Motane. Le récif-barrière est ennoyé par 90 mètres de profondeur.

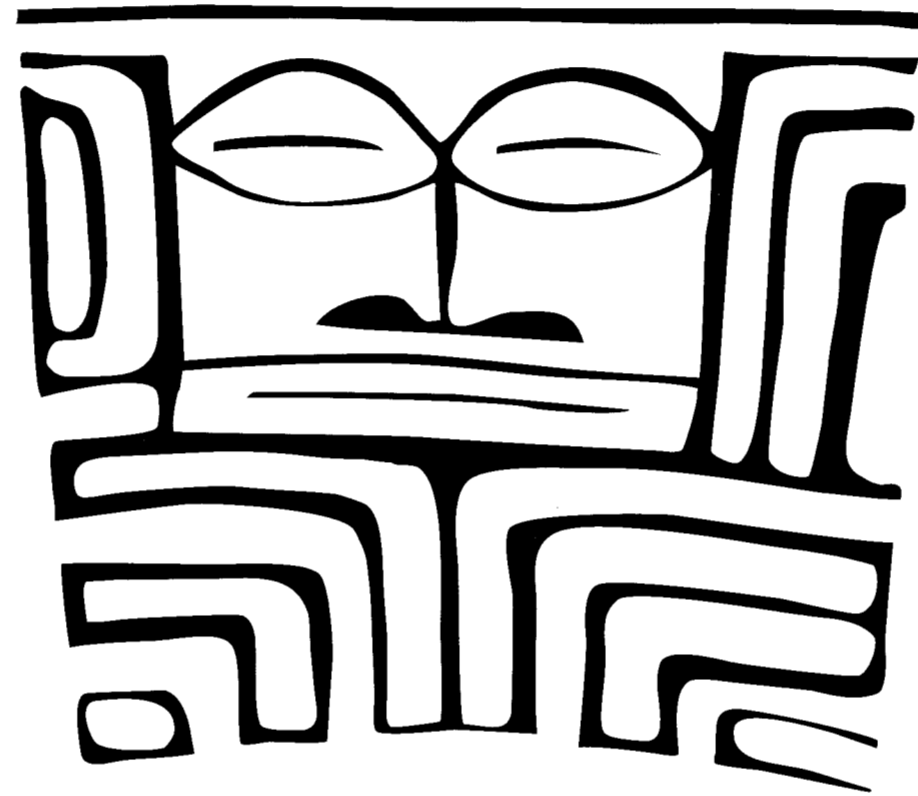
Les types d'évolution du relief des îles composant les archipels de la Polynésie française ont permis de souligner les irrégularités morphologiques qui révèlent des dynamiques géologiques originales. De nombreux processus ont conditionné leur évolution comme les variations du niveau de la mer dues aux alternances glaciation/déglaciation qui entraînent des changements de dynamique morphogénétique, et les variations bioclimatiques quaternaires qui influent sur les vitesses de dissection du relief. Mais la dérive de la plaque Pacifique et l'activité épisodique du point chaud s'effectuent à l'échelle de plusieurs centaines de milliers à quelques millions d'années, alors que la morphogénèse continentale et littorale est pour sa part soumise à des cycles climatiques et glacio-eustatiques de l'ordre d'une centaine de milliers d'années. Du fait d'une interférence constante entre des rythmes d'ampleurs très différentes, les multiples processus de l'évolution du système morpho-bio-climatique ne peuvent pas être considérés comme linéaires et le cumul de leurs cycles diffère suivant l'âge des îles. La transformation du relief de celles-ci n'est donc ni uniforme ni régulière, comme le montre l'étude géomorphologique détaillée d'exemples des différents types.

C. MORHANGE

Orientation bibliographique

- CALMANT (S.) et CAZENAIVE (A.) -1986- The effective elastic lithosphere under the Cook-Austral and Society islands. *Earth and Planetary Science Letters*, 77: 187-202.
- DUNCAN (R.A.) MC DOUGALL (I.) CARTER (R.M.) et COOMBS (D.S.) -1974- Pitcairn island - another Pacific hot spot? *Nature*, 251: 679-682.
- GUILCHER (A.) -1988- *Coral geomorphology*. John Wiley, Chichester, 228 p.
- MC NUTT (M.K.) et FISCHER (K.M.) -1987- The South Pacific Superswell. In: KEATING, FRYER, BATIZA et BOEHLERT (eds.): Seamounts, Islands and Atolls. *Amer. Geophys. Union, Geophys. Monogr.*, 43: 25-34.
- OKAL (E.A.) et CAZENAIVE (A.) -1985- A model for the plate tectonic evolution of the east-central Pacific based on SEASAT investigations. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 72: 99-116.

ATLAS



DE LA POLYNÉSIE FRANÇAISE

ÉDITIONS DE L'ORSTOM

Institut français de recherche scientifique pour le développement en coopération

*Cet ouvrage a bénéficié du soutien du ministère des Départements et Territoires d'Outre-Mer
et du Gouvernement de la Polynésie française*

Paris 1993

ORSTOM
Éditions

© ORSTOM 1993
ISBN 2-7099-1147-7

Editions de l'ORSTOM
213 rue La Fayette
75480 Paris cedex 10

Nous adressons nos remerciements à l'Institut Géographique National et au Service Hydrographique et Océanographique de la Marine
pour leur collaboration et leur aide précieuses.