



LES MONTS SOUS-MARINS

La surface moyenne des océans est, aux effets océanographiques près, une surface équipotentielle du champ de gravité terrestre, ou géoïde. Cette surface n'est pas une surface simple. Elle présente en effet, par rapport à un ellipsoïde, des creux et des bosses dont l'amplitude peut atteindre plusieurs dizaines de mètres. Ces ondulations sont dues aux hétérogénéités de densité à l'intérieur de la terre, dont l'extension latérale et la profondeur sont très variables. La forme du géoïde est due à la somme des effets de chacune de ces anomalies de densité.

Plusieurs satellites ont permis de mesurer avec précision la forme de la surface moyenne de l'océan. Le principe de la mesure est simple: un radar embarqué sur un satellite mesure la distance entre celui-ci et la surface de l'océan. Cette distance et la position exacte du satellite au moment de la mesure permettent d'obtenir la hauteur de l'océan au-dessus d'une surface de référence, avec une précision de quelques centimètres.

Les monts sous-marins, par leur excès de masse par rapport à l'eau environnante, produisent sur le géoïde des ondulations de quelques dizaines ou quelques centaines de kilomètres de longueur. Ainsi, aux courtes longueurs d'onde (moins de 500 km), la forme du géoïde est essentiellement déterminée par l'effet de la topographie du fond des océans (FREEDMAN et PARSONS - 1986; HAXBY - 1985). Si l'on extrait et si l'on cartographie les courtes longueurs d'onde des variations de la hauteur de l'océan mesurées par satellites, on obtient une carte des déformations de la surface de la mer dues essentiellement aux reliefs sous-marins.

Nous avons réalisé une telle étude dans une zone du Pacifique Sud couvrant la ZEE de la Polynésie française. Pour obtenir l'image présentée sur la carte de gauche de la planche, 48 000 mesures de hauteur de la mer du satellite SEASAT et 30 000 mesures du satellite GEOS-3 ont été traitées. Les données ont été filtrées de manière à ne conserver que les longueurs d'onde des variations du géoïde comprises entre 30 et 700 km. Les valeurs filtrées ont été réparties en classes, entre 0,15 m et 2,25 m, représentées en couleurs pour mettre en évidence les signatures des reliefs volcaniques. Nous avons superposé à cette image les données bathymétriques connues, d'après les données SYNAPS (équivalentes dans cette région à la carte GEBCO), sous forme de courbes de niveaux blanches. Les isobathes représentées sont les isobathes 1 000, 2 000, 3 000 et 4 000 mètres.

Cette image montre immédiatement la très forte corrélation existant entre la topographie volcanique sous-marine et les ondulations positives de la surface de la mer dans cette gamme de longueurs d'onde. On identifie les îles, les chaînes volcaniques et les monts sous-marins connus. Cette image montre également la présence de signatures de monts sous-marins non cartographiés sur les données SYNAPS.

Intéressons-nous plus précisément à ces volcans sous-marins. Sur la carte de droite, les ondulations positives du géoïde, entre 0,15 et 2,25 m, ont été représentées en courbes de niveaux rouges. Les isobathes 1 000 à 4 000 m sont ici en bleu. À l'échelle des petites structures volcaniques, la répartition des mesures SEASAT et GEOS-3 n'est pas homogène. Certaines îles, comme l'île Vostok, ne sont couvertes par aucun passage satellite, et la déformation associée du géoïde n'a pu être mesurée. Inversement, certains monts sous-marins cartographiés ne correspondent à aucune anomalie significative sur le géoïde, alors qu'ils sont couverts par plusieurs passages de satellites, indiquant que ces structures sont inexistantes ou mal positionnées. C'est le cas du mont sous-marin Fabert Bank, cartographié à environ 24°1' S et 158°6' O. Des mesures bathymétriques ultérieures ont permis de confirmer qu'effectivement cette structure n'existait pas, là où il était indiqué sur les cartes.

Il existe, au niveau de certaines îles ou monts sous-marins cartographiés, un décalage de quelques kilomètres entre la localisation du maximum relatif du géoïde et la position cartographiée du sommet de la structure. Ce décalage peut être dû à une répartition homogène des masses de l'intérieur du volcan, ou aux incertitudes de l'interpolation à partir d'une répartition non homogène des données.

L'excès de masse que représentent les îles et les volcans sous-marins crée sur le géoïde, et donc à la surface moyenne de la mer, une ondulation positive de quelques dizaines de centimètres à plusieurs mètres d'amplitude et d'une centaine de kilomètres de diamètre. L'enveloppe externe de la terre, qui se comporte élastiquement à une échelle de temps géologique (la lithosphère mécanique), est fléchie par le poids de ces édifices volcaniques. Cette déformation, qui correspond à un déficit de masse, crée une dépression sur le géoïde. La déformation totale du géoïde créée par un volcan sera donc la somme de l'anomalie engendrée par la flexure de la lithosphère mécanique et de l'anomalie positive due au volcan lui-même.

Pour connaître précisément la localisation, la forme et la hauteur des monts sous-marins non cartographiés, il est nécessaire de modéliser les sources responsables des ondulations du géoïde que l'on observe, en prenant en compte la flexure mécanique de la lithosphère. Pour cinq de ces nouveaux monts sous-marins, dont seuls S1, S2 et S3 sont visibles sur la carte, nous avons estimé par modélisation la position précise et la taille des structures responsables des anomalies observées (BAUDRY et al. - 1987), puis réalisé des mesures directes de la bathymétrie par sondeurs multifaisceaux à partir de navires océanographiques (BAUDRY et al. - 1988). Chaque volcan a été trouvé à moins de 15 km de la position prédite par le calcul. De plus, la taille et la forme réelles des monts sont cohérentes avec les estimations faites à partir des données satellitaires. Le volcan S2, par exemple, situé à 80 km à l'ouest de l'île Maria, a une hauteur de 3 500 m au-dessus du plancher océanique et culmine à -420 m. Ce test nous a permis de généraliser l'étude des courtes longueurs d'onde du géoïde: la localisation de nouveaux monts sous-marins dans les régions océaniques peu couvertes par les moyens classiques de cartographie peut donc être faite avec précision et fiabilité.

Sur la même carte, chaque flèche indique la signature d'un volcan sous-marin majeur non cartographié. Les données ainsi traitées permettent d'atteindre une précision sur la localisation des volcans d'environ 30 km. Probablement tous ces appareils volcaniques ont une taille dépassant 2 000 m au-dessus du fond océanique.

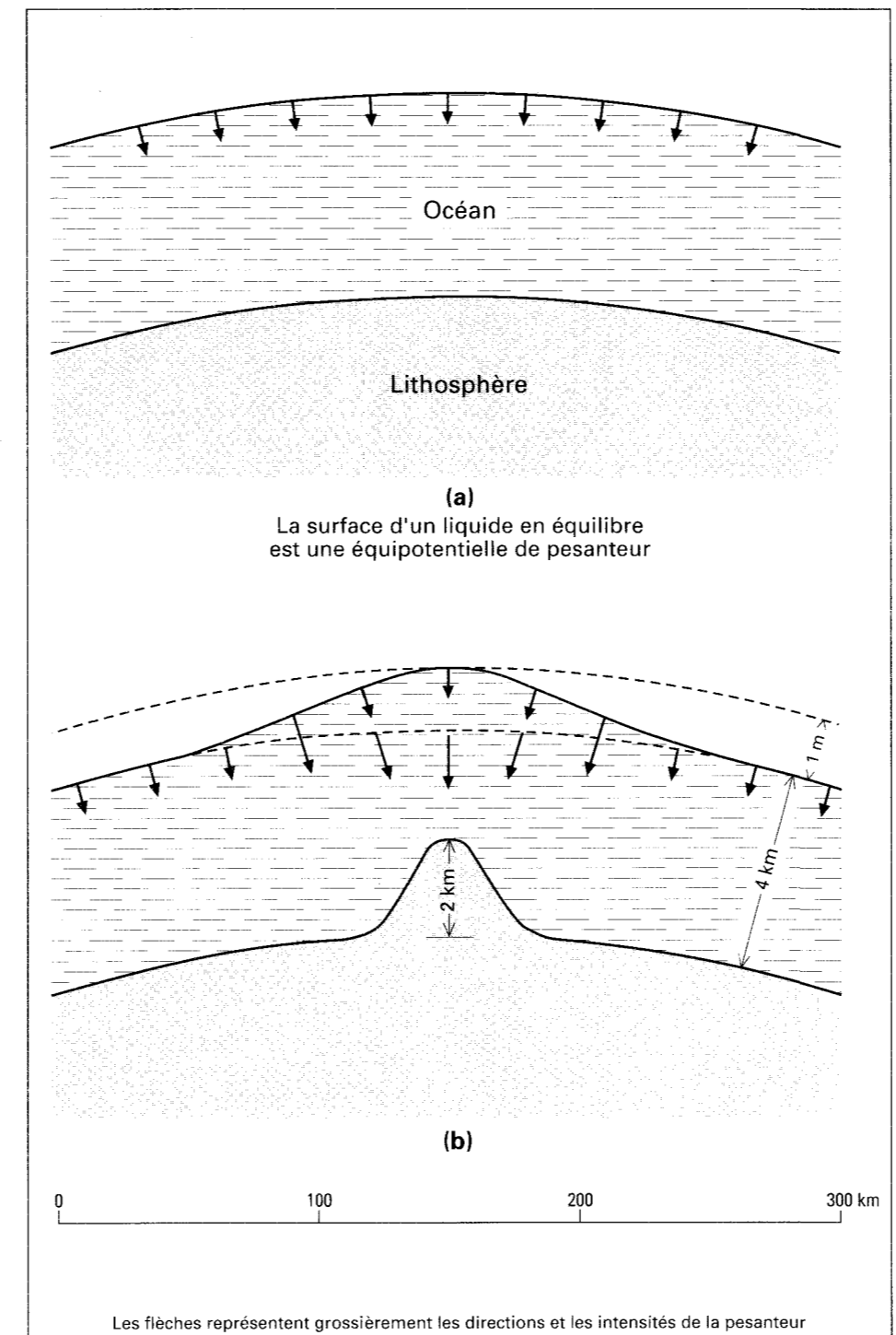


Fig. 1: Coupes illustrant la forme de la surface de l'océan sur un fond océanique sans volcan (en haut) ou avec volcan (en bas)

La détection de telles structures améliore la cartographie des reliefs sous-marins. Cette cartographie est importante pour l'étude géologique et géophysique du volcanisme intraplaque, mais également pour des raisons économiques: les hauts-fonds, jusqu'à une profondeur de 1 200 m, sont des zones privilégiées de concentration de ressources halieutiques. La détection de hauts-fonds permet de localiser de nouvelles zones de pêche.

N. BAUDRY

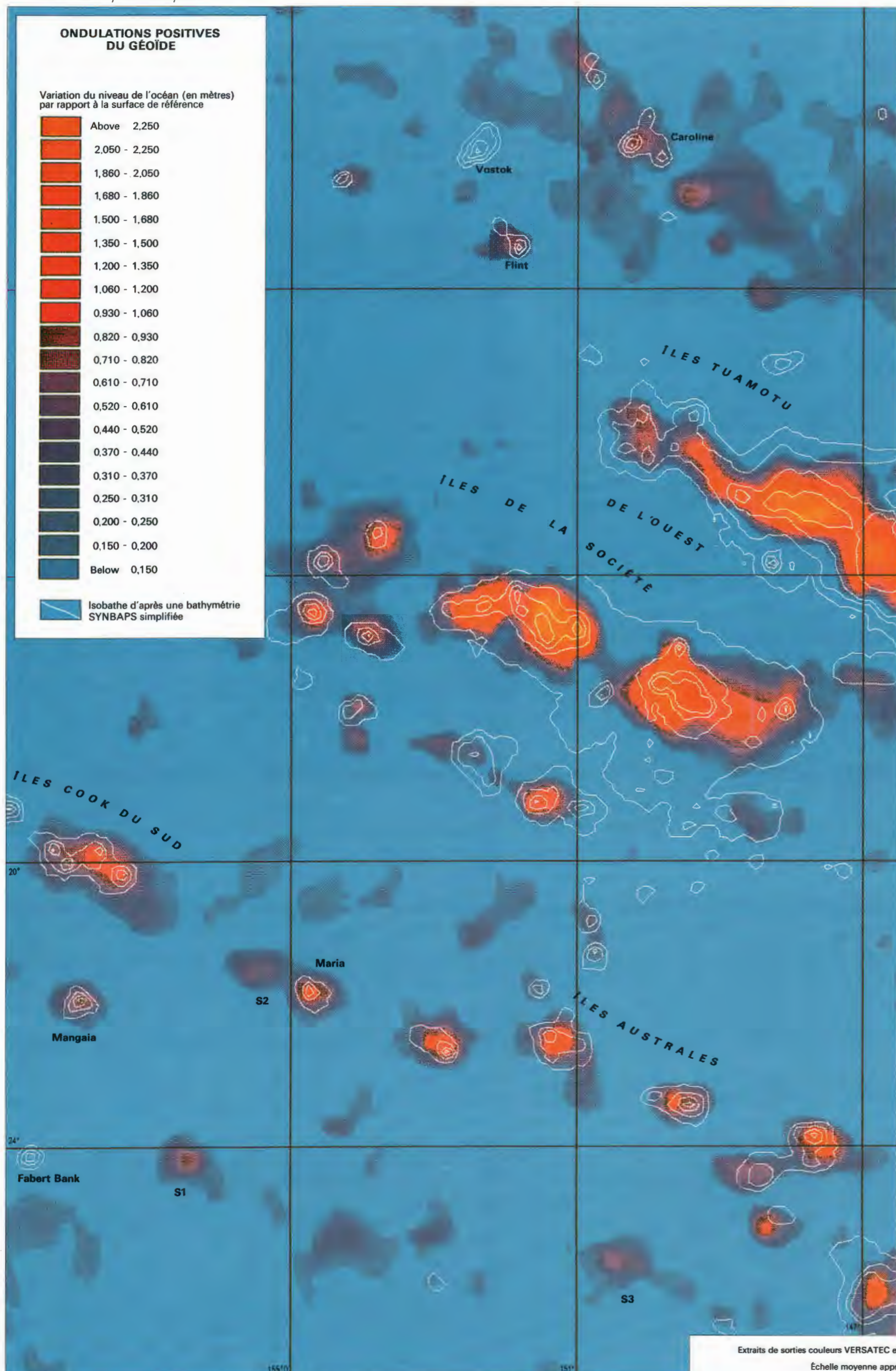
Orientation bibliographique

BAUDRY (N.), DIAMENT (M.) et ALBOUY (Y.) -1987- Precise location of unsurveyed seamounts in the Austral archipelago area using SEASAT data. *Geophys. J.R. astr. Soc.*, 89: 869-888.

BAUDRY (N.), STACKELBERG (U.V.) et RÉCY (J.) -1988- Alignements volcaniques dans les îles Australes: Analyse et interprétation de données SEASAT et Seabeam. *C.R. Acad. Sci.*, 306 (II): 643-648.

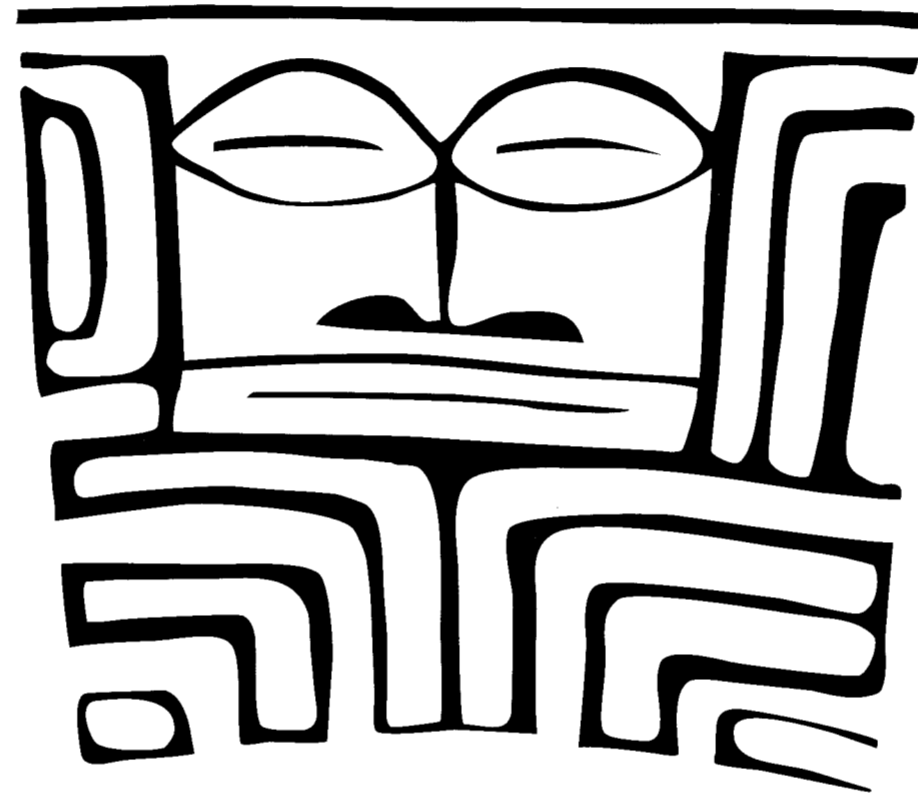
FREEDMAN (A.P.) et PARSONS (B.) -1986- SEASAT derived gravity over the Musicians seamounts. *J. Geophys. Res.*, 91: 8 325-8 340.

HAXBY (W.F.) -1985- *Gravity field of the world's oceans, map*. Lamont Doherty Geological Observatory, United State Navy, Office of Naval Research.



Extraits de sorties couleurs VERSATEC effectuées au Centre ORSTOM de Nouméa
Échelle moyenne approximative 1 : 6 000 000

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.