

CAMPAGNE TEAHITIA 1 :
RECONNAISSANCE BATHYMETRIQUE DU POINT CHAUD DE TEAHITIA
(SUD-EST DES ILES DE LA SOCIETE) POUR DES PLONGEES CYANA

J. L. Cheminée*, **F. Albarède****, **C.W. Devey****, **J. Francheteau*****, **R. Hékinian******,
Y. Lancelot*****, **J. Talandier*******

* Observatoires Volcanologiques, I.P.G., 4 place Jussieu, 75252 Paris Cedex 05.

**CRPG-CNRS, BP 20, 54501 Vandœuvre-les-Nancy.

***Laboratoire de Géophysique Marine, IPG, 4 place Jussieu, 75252 Paris Cedex 05.

****IFREMER, Centre de Brest, BP 70, 29280 Plouzané.

*****Laboratoire de Géologie Océanique, UPMC, 4 place Jussieu, 75252 Paris Cedex 05.

*****Laboratoire de Géophysique, CEA, BP 640, Papeete, Tahiti, Polynésie.

I. CADRE GENERAL DE LA CAMPAGNE

Duncan et McDougall (1976) avaient émis l'hypothèse que la chaîne volcanique des îles de la Société était la trace du passage de la plaque Pacifique sur une source de point chaud aujourd'hui située entre 40 et 120 km au sud-est de la péninsule de Taïarapu. Le plancher océanique de cette zone se situe vers l'anomalie 27, il aurait donc environ 55 Ma. L'installa-

tion du réseau sismique polynésien en 1962 permit de montrer que cette zone était sismiquement très active et que cette activité était probablement liée à de l'activité volcanique (Talandier et Kuster, 1976 ; Talandier et Okal, 1984; Grall et Okal, 1984). On découvrit alors les volcans sous-marins Teahitia et Rocard ; l'île de Mehetia à l'est ainsi que le mont sous-marin Moua Pihaa au sud étaient, eux, connus depuis longtemps.

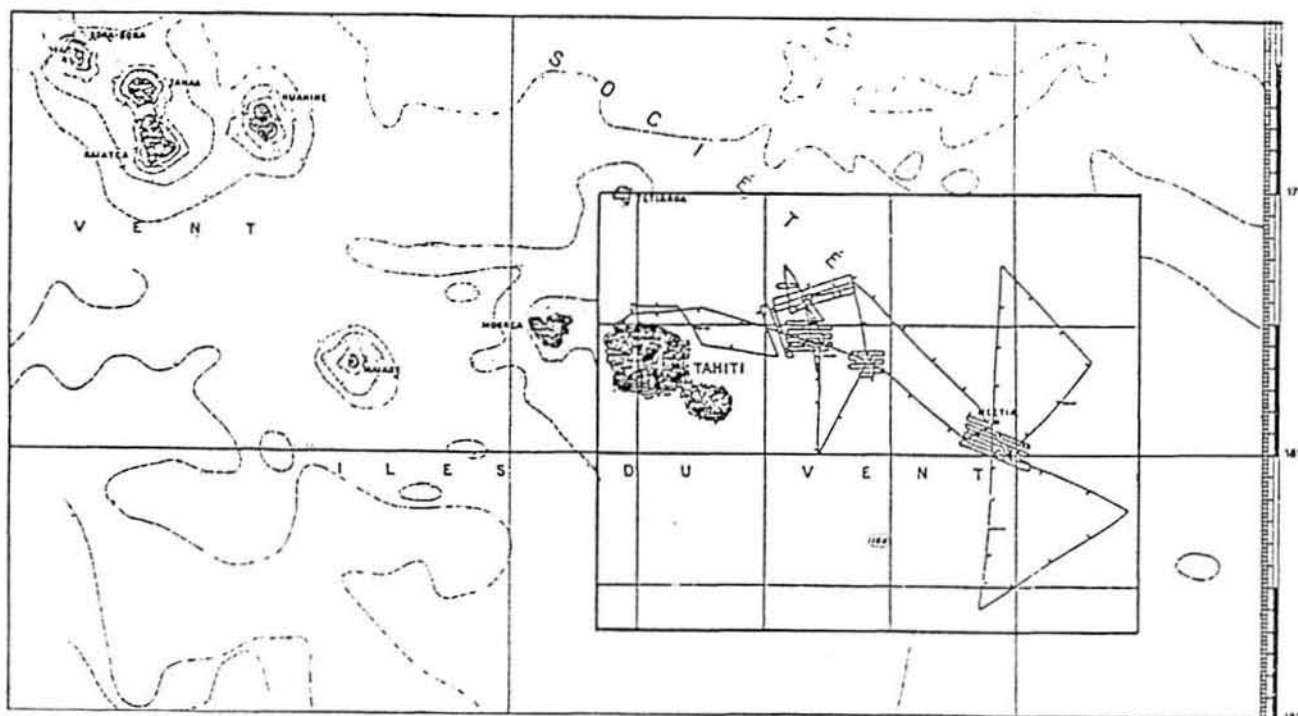


Fig. 1 - Plan de situation de la campagne Teahitia I et routes du N.O. Jean Charcot.

La campagne CYASITE, projet Energie Thermique des Mers, qui eut lieu à Tahiti fin 1983, permit de faire une plongée sur Teahitia à partir d'un profil seabeam fourni par H. Craig. Une coupe sur le flanc sud-ouest fut réalisée (JLC), dans une zone sismiquement très active en 1982 et 1983. Cette coupe a montré que le volcanisme était récent ; un champ hydrothermal actif fut découvert au sommet (Hoffert *et al.*, 1987).

A la même époque le volcan sous-marin Loihi au sud-est de la chaîne d'Hawaii était découvert et étudié (Malahoff *et al.*, 1982 ; Moore *et al.*, 1982 ; Frey et Clague, 1983 ; De Carlo *et al.*, 1983).

De tous les phénomènes liés à la tectonique des plaques, celui des points chauds était certainement le moins connu et le moins étudié. C'est pourquoi, profitant de la présence du N.O. Jean Charcot à Tahiti, une campagne de cinq jours, TEAHITIA I, fut programmée. Elle fut co-financée par l'IFREMER et le LDG-CEA. Les objectifs principaux de cette campagne étaient : (1) relevé bathymétrique de la zone active, (2) dragage des principaux appareils volcaniques sous-marins.

II. DEROULEMENT DE LA CAMPAGNE (11-16 février 1986)

1. Personnel impliqué.

TEAHITIA I était placée sous la responsabilité scientifique de J. L. Cheminée (Observatoires volcanologiques IPGP). Les embarquants étaient F. Albarède (CRPG, Nancy), Y. Lancelot (SOHO, Université P. et M. Curie), O. Minster (volontaire à l'aide technique au LDG-CEA, Papeete) et le Commandant G. Huet de Froberville. L'assistance à terre, localisation syledis, était dirigée par J. Talandier (LDG-CEA, Papeete).

2. Relevés bathymétriques.

Un des deux principaux objectifs de cette campagne était de réaliser un relevé bathymétrique seabeam de la zone comprise entre la péninsule de Taiarapu et Mehetia. Trois "boîtes" principales ont été couvertes : le massif de Teahitia, le volcan Rocard et le flanc sud de Mehetia, et des profils plus longs réalisés dans la partie est pour localiser les limites de l'activité volcanique (fig. 1).

3. Dragages.

Le deuxième objectif concernait l'échantillonnage des laves. A cet égard, quatre dragages ont été réalisés : le premier sur le flanc sud de Mehetia dans la zone sismique de 1981, le second dans la zone sismique de 1984-1985 au nord de Teahitia, le troisième sur le flanc sud-est de Teahitia, enfin le quatrième sur le flanc sud-est de Rocard. Le flanc sud-ouest de Teahitia avait été échantillonné en 1983 au cours de la plongée CYANA (CY83-62).

4. Profils géophysiques.

Le magnétisme et la gravimétrie ont été enregistrés tout au long des différents profils seabeam. Des profils ont été allongés autour de Mehetia, Teahitia et Rocard, non seulement pour délimiter les zones volcaniques actives mais aussi pour déterminer les dipôles magnétiques associés à ces volcans sous-marins. Le sondeur 3,5 KHz a été enregistré en permanence donnant une idée de la couverture sédimentaire.

III. PRINCIPAUX RESULTATS.

Les principaux résultats de la campagne TEAHITIA I (Cheminée *et al.*, 1989) concernent la bathymétrie et la pétrologie. Les données de magnétisme et de gravimétrie sont trop partielles ; elles seront traitées avec celles obtenues ultérieurement

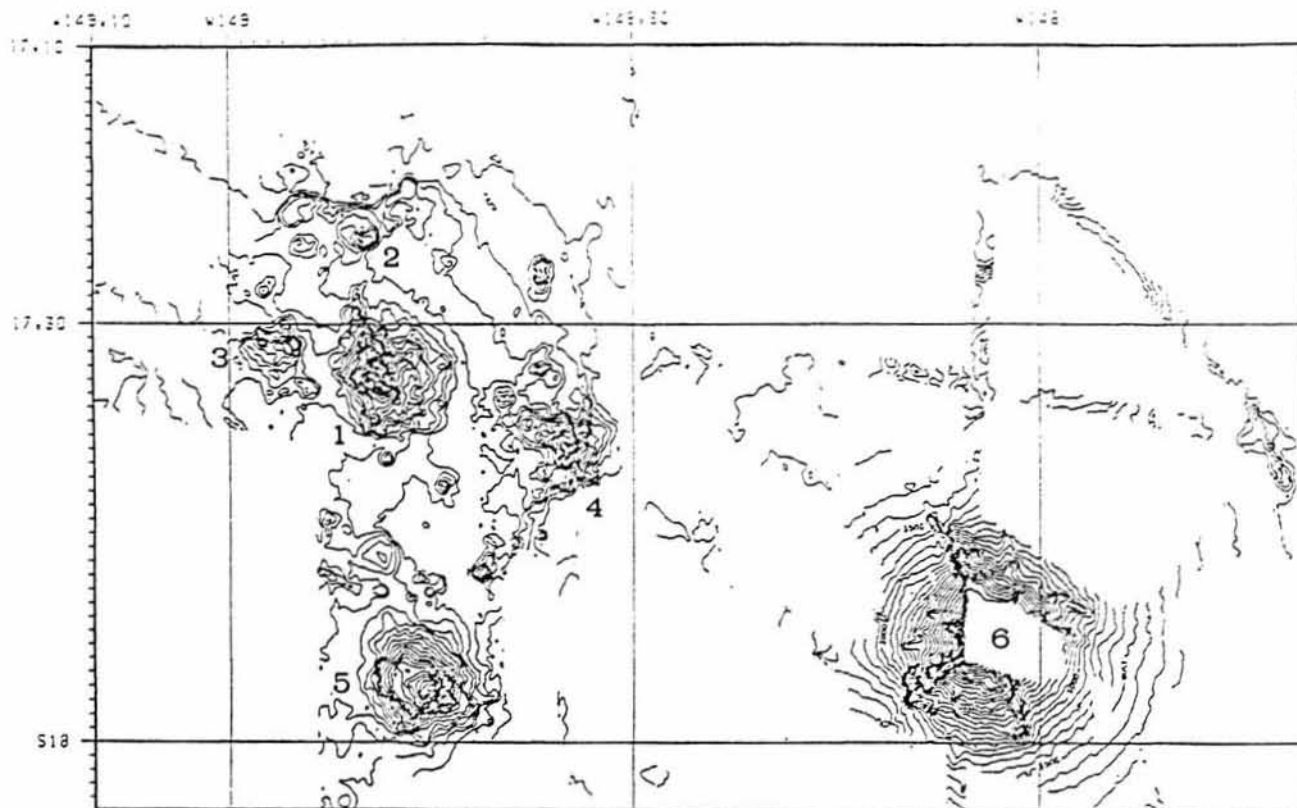


Fig. 2 - Carte bathymétrique de la campagne Teahitia I complétée avec les données des campagnes SO47 du N.O. Sonne et Rapanui du N.O. Jean Charcot.
 (1) Teahitia, (2) zone sismique nord, (3) Turoi, (4) Rocard, (5) Cyana, (6) Mehetia.

lors des campagnes SO47, Rapanui, Teahitia II et IV et SO 60. Elles feront l'objet d'une thèse.

1. Bathymétrie.

Une carte bathymétrique des principaux appareils volcaniques a été faite pour la première fois (fig. 2). Cette carte bathymétrique montre deux types de structures : (1) des petits édifices (hauteur ≤ 600 m) dont certains sont plus ou moins circulaires et possèdent parfois des caldeiras, principalement dans la zone nord (fig. 3) d'autres, allongés suivant le grain de croûte, tous dans des stades primitifs et (2) des volcans composites de plus grande taille à structures complexes, atteignant 2.000 mètres au-dessus du fond océanique.

Ces volcans composites ont de nombreuses particularités génétiques complexes. Ils sont caractérisés par la présence de cônes adventifs et des éperons allongés radialement. L'un d'entre eux, le Mehetia, dont une partie émerge jusqu'à 400 m, a une

structure en étoile caractéristique (Vogt et Smoot, 1984). Les structures de Teahitia ont un alignement prédominant plus ou moins nord-sud,

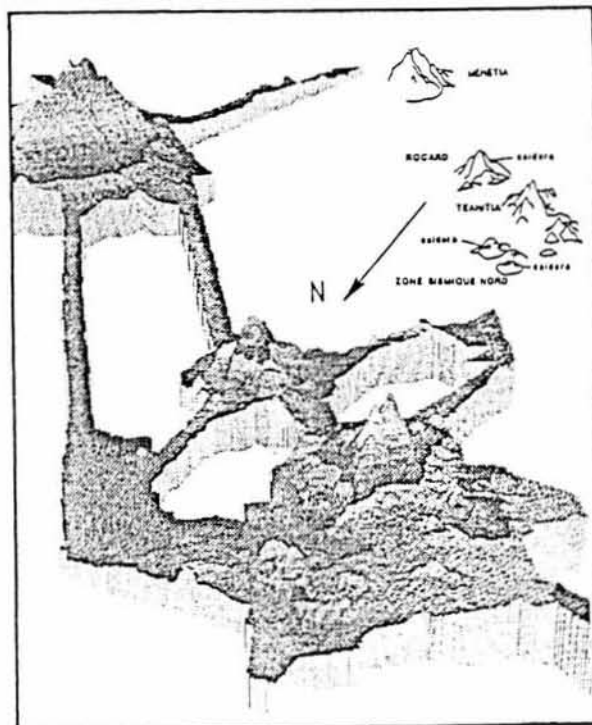


Fig. 3 - Bloc diagramme vu vers le sud-sud-est.

parallèlement aux anomalies magnétiques et donc aux isochrones de la croûte, ce qui amène à penser que la structure de la croûte a dû jouer un rôle prépondérant dans l'ouverture des fissures émissives.

Tous ces appareils volcaniques sont situés sur une zone dont la profondeur est voisine de 3.800 m formant un gonflement par rapport au plancher océanique environnant ancien dont la profondeur est voisine de 4.200 m. Une couche sédimentaire de 0,5 à 1 m recouvre ce bombement entre les volcans. Les campagnes ultérieures ont montré qu'il était essentiellement formé de fins débris de verre volcanique.

2. Relations sismicité-volcanisme.

Pendant les vingt premières années de son installation, le réseau sismique polynésien a détecté une sismicité régulière centrée principalement sous les volcans sous-marins Teahitia, Rocard et Moua-Pihaa. De 1981 à 1985 cinq crises très importantes ont eu lieu. La première, en 1981, située sous le flanc sud de Mehetia, était centrée sous l'éperon sud-est à mi-pente ; celles de 1982, 83, 84 et 85 ont été localisées dans la zone de Teahitia (fig. 4). Compte tenu de la configuration du

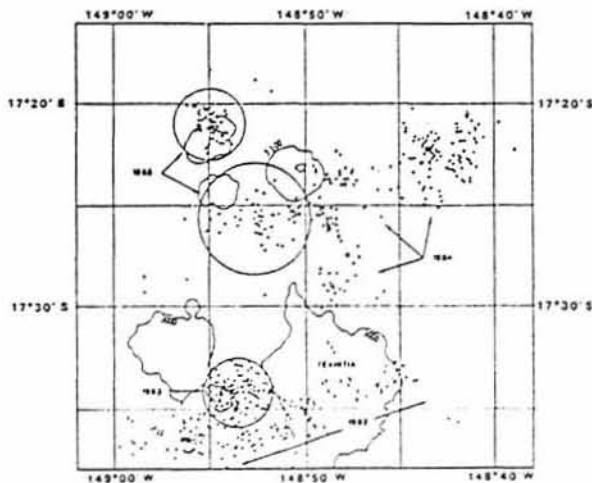


Fig. 4 - Localisation des crises sismiques de 1982 à 1984.

réseau sismique, les déterminations des positions absolues des séismes ont une incertitude de l'ordre de 2 km.

Les relevés bathymétriques ont montré que les essaims sismiques étaient associés ou très voisins des structures volcaniques récentes. En particulier, on a découvert que les crises sismiques de 1984 et 1985 étaient réparties sur toute une zone de structures volcaniques dans la région au nord de Teahitia, volcans inconnus alors. Les décalages entre la répartition de la sismicité de 1982 et 1983 et le centre de Teahitia peuvent être dus à la détermination des épicentres mais aussi à une migration de l'activité volcanique dans cette zone.

3. Pétrologie.

Les contenus des quatre dragues faites en moyenne entre 3.000 et 2.000 m de profondeur et les échantillons prélevés avec Cyana jusqu'au sommet de Teahitia à 1.450 m de profondeur ont montré cinq types de roches : (1) des tubes de lave en pillow montrant un débit radial, (2) des morceaux de lave en draperie montrant des formes cordées et/ou striées, (3) des coulées bulleuses à surface vitreuse, (4) des échantillons prismés massifs et (5) des hyaloclastites. En outre des dépôts hydrothermaux avaient été échantillonnés par Cyana.

Suivant leur minéralogie et leur composition chimique on peut classer ces roches en quatre groupes : (1) ankaramites (Mehetia) caractérisées par des teneurs en MgO de 12 à 16% et des concentrations élevées en Ni et Cr (jusqu'à 500 et 700 ppm respectivement) ; (2) basaltes alcalins, les plus abondants (Mehetia et Teahitia) avec un Mg # assez variable, de 50 à 67 en moyenne (fig. 5) allant jusqu'aux basanites pour les termes les plus évolués. Ils sont caractérisés par des teneurs élevées en K₂O (1,5 à 3 %) et en TiO₂ (3 à 4,3 %) ; (3) trachytes (Rocard) vitreux et bulleux caractérisés par un faible Mg # (34 à 45), des teneurs faibles en TiO₂ (< 1,33 %) et des teneurs en alcalins élevées : entre

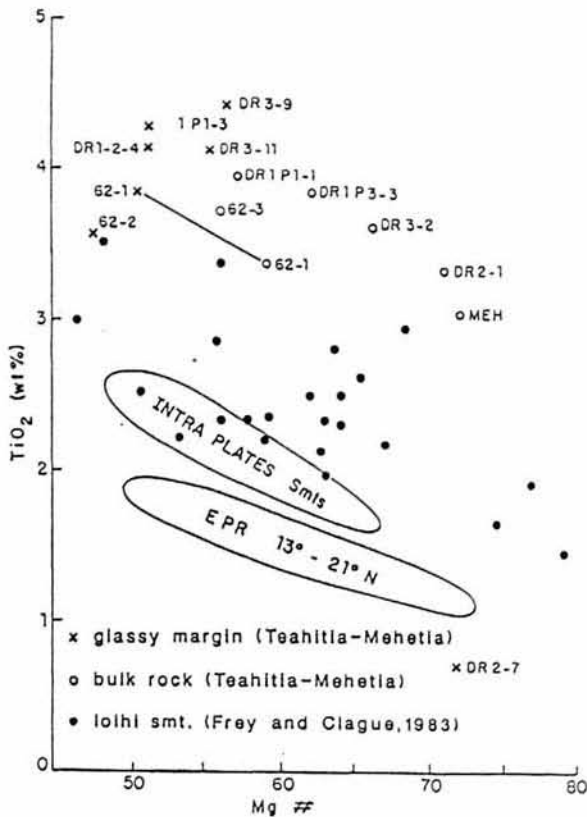


Fig. 5 - Diagramme TiO_2 - Mg #

5 et 7% de Na_2O et K_2O avec un rapport voisin de 1 ; (4) basalte à faible teneur en K (zone sismique nord) caractérisé par un Mg # élevé (72), de faibles teneurs en K_2O et TiO_2 (< 0,02 % et 0,73 % respectivement). La variation des ankaramites aux basaltes alcalins pourrait être le résultat d'un fractionnement d'olivine et de clinopyroxène, les phénocristaux et mégacristaux de celles-là seraient d'origine primaire. La lacune entre les trachytes et les roches basiques rend difficile l'hypothèse d'une relation cogénétique.

Pour ce qui concerne les "tholéiites" ou basaltes à faible teneur en K, assez typiquement MORB (fig. 6), il s'agit sûrement, compte tenu de l'âge élevé des sédiments interstratifiés (50 à 60 Ma), de roches faisant partie d'une structure héritée de la ride. Cette structure a rejoué récemment (sismicité, imagerie OFOS-SO47) avec l'activité de point chaud mais le matériel émis n'a pas été dragué.

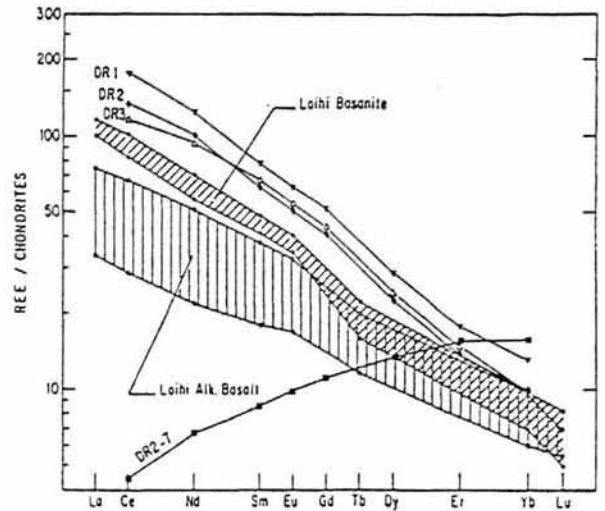


Fig. 6 - Diagramme des Terres Rares

IV. CONCLUSIONS

La zone active du point chaud de Teahitia s'étend sur une zone de 8.000 km^2 formant un bombement de quelques centaines de mètres de hauteur par rapport au plancher océanique ancien. Le point chaud est caractérisé par une multitude d'appareils volcaniques de toutes tailles à différents stades d'évolution, les éruptions au cours du temps ayant favorisé la construction de six massifs principaux.

La sismicité enregistrée est associée aux structures volcaniques et certains décalages, indépendamment des problèmes de localisation des épicentres, peuvent être l'annonce de nouveaux centres d'activité volcanique.

Les laves mises en place sur les différents édifices sont essentiellement formées d'une suite de basaltes alcalins fortement enrichie. Quand on compare les laves du point chaud de Teahitia à celles du Loihi, on observe que les premières sont plus riches en alcalins et titane et qu'elles pourraient être plus représentatives du volcanisme intraplaque.

La campagne TEAHITIA 1 nous a permis de lancer le programme VIP ("Volcanisme Intra-Plaque") avec une

coopération franco-allemande. Elle a été suivie à ce jour de six campagnes et deux valorisations de transit pour l'étude du point chaud de Teahitia.

V. ABRIDGED ENGLISH VERSION.

The Teahitia-Mehetia hot spot region located in the southeastern extension of the Society Islands chain, near 18° S-148° W consists of several active volcanoes. The distribution of recent volcanic activity correlates with seismic epicenters, and covers an area of more than 1000 km². Intermittent volcanic activity has given rise to large (> 1000 m high) and small (< 500 m high) edifices composed of various types of flows. Several recent volcanic events have produced a suite of alkalic rocks ranging from ankaramites, through alkali basalts to trachyphonolites. The presence of altered MORB-like tholeiites on one small seamount suggests that a different mantle source material was involved in forming some of the crust in this hot spot region.

VI. REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Cheminée, J.L., Hékinian, R., Talandier, J., Albarède, F., Devey, C.W., Francheteau, J. and Lancelot Y., Geology of an active hot spot Teahitia-Mehetia region in the South Central Pacific, *Marine Geophysical Researches*, **11** : 27-50 (1989).

De Carlo, E.G., McMurtry, G.M. and Yeh, H.W., Geochemistry of hydrothermal deposits from Loihi submarine volcano, Hawaii. *Earth and Planet. Sci. Let.*, **66**, 438-449 (1983).

Duncan, R.A. and McDougall, I., Linear volcanism in French Polynesia. *Journ. Volc. and Geoth. Res.*, **1**, 197-227 (1976).

Frey, F.A. and Clague, D.A., Geochemistry of diverse basalt types from Loihi Seamount Hawaii:

petrogenetic implications. *Earth and Planet. Sci. Let.*, **66**, 337-355 (1983).

Grall, H.M. and Okal, E.A., Petrological arguments in favor of an active Society Islands (French Polynesia) hot spot. *EOS*, **65**, n° 16, 300 (1984).

Hoffert, M., Cheminée, J.L., Person, A. and Larque, P., Dépôt hydrothermal associé au volcanisme sous-marin intraplaque. Prélèvement effectué avec Cyana sur le volcan actif de Teahitia (Polynésie Française). *C.R.Acad.Sci Paris*, t. **304**, Série II, n° 14, 829-832 (1987).

Malahoff, A., McMurtry, G.M., Wiltshire, J.C. and Yen, H.W., Geology and chemistry of hydrothermal deposit from active submarine volcano Loihi, Hawaii. *Nature*, **298**, 234-239 (1982).

Moore, J.G., Clague, D.A. and Normark, W.R., Diverse basalt types from Loihi seamount, Hawaii. *Geology*, **10**, 88-92 (1982).

Talandier, J. and Kuster, G.T., Seismicity and submarine volcanic activity in French Polynesia. *Journ. Geophys. Res.*, **81**, 936-948 (1976).

Talandier, J. and Okal, E.A., The volcanoseismic swarms of 1981-1983 in the Tahiti-Mehetia area, French Polynesia. *Journ. Geophys. Res.*, **89**, 11216-11234 (1984).

Vogt, P.R. and Smoot, N.C., The Geisha guyots: multibeam bathymetry and morphometric interpretation. *Journ. Geophys. Res.*, **89**, 11085-11107 (1984).