

**CAMPAGNE RAPANUI (et transit MANRAP) :**  
**LES FRONTIERES ET LES DEFORMATIONS DE LA MICROPLAQUE RAPANUI**

J. Francheteau<sup>1</sup>, Ph. Patriat<sup>1</sup>, J. Segoufin<sup>1</sup>, R. Armijo<sup>1</sup>  
 M. Doucoure<sup>1</sup>, K. Yelles-Chaouche<sup>1</sup>, J. Zúkin<sup>1</sup>, S. Calmant<sup>2</sup>,  
 D. Naar<sup>3</sup> and R. Searle<sup>4</sup>

(1) Institut de Physique du Globe - Université Paris VI - 4 Place Jussieu - 75252 PARIS CEDEX 05

(2) G.R.G.S. - 18 Avenue Edouard Belin - 31055 TOULOUSE

(3) Hawaii Institute of Geophysics - 2525 Correa Road, Honolulu, HI 96822 - USA

(4) Institute of Oceanographic Sciences, Wormley, Godalming - Surrey - GU8 5UB - U.K.

L'expédition Rapanui a comporté 3 parties dont les routes sont reportées sur les figures 1 et 2. La première partie (Manrap) a été un transit entre Manzanillo, Mexique et l'île de Pâques, Chili. Le plus gros du travail a été effectué lors de la deuxième mission (Easter) qui s'est concentrée sur la microplaque Rapanui (Easter). La troisième mission (Rapanui 2), un transit de l'île de Pâques à Tahiti, a permis de compléter le travail sur la microplaque Rapanui et un ravitaillement en combustible à Hao, Polynésie Française. Voici le calendrier des différentes missions et leur durée:

1ère partie: de Manzanillo, Mexique, 6 Janvier, 1987, 22:00 à l'île de Pâques, Chili 18 Janvier, 1987, 13:20

2ème partie: de Ile de Paques, Chili, 19 Janvier, 1987, 02:15 à l'île de Pâques, Chili, 8 Février, 1987, 15:10

3ème partie : de Ile de Pâques, Chili, 9 Février, 1987, 00:30 à Hao, Polynésie Française, 20 Février, 1987, 23:00 de Hao, Polynésie Française, 21 Février, 1987, 05:00 à Tahiti, Polynésie Française, 23 Février, 1987, 17:50.

Tous les travaux ont été réalisés avec le matériel géophysique standard embarqué à bord du N/O Jean Charcot : Sea Beam, gravimètre, sondeur 3 Khz. De plus, une coupe sismique monotrace avec comme source un canon à air comprimé, a été levée contre la microplaque Rapanui et Tahiti lors de la troisième mission. Les données étaient enregistrées analogiquement et numériquement. Seuls les enregistrements du sondeur 3.5 kHz sont uniquement analogiques. D'une façon générale le matériel a bien fonctionné lors de cette opération. La navigation était assistée par satellite (transit) ou, lorsque c'était possible, à l'aide du système GPS (Global Positioning System). L'expédition

n'a pas comporté d'arrêt sur site. Les scientifiques qui ont participé à l'expédition sont les suivants:

J. Francheteau, Chef de mission, IPG Paris, Laboratoire Géophysique Marine, France,  
 M. Doucoure, IPG Paris, Laboratoire Géophysique Marine, France,  
 P. Patriat, IPG Paris, Laboratoire Géophysique Marine, France,  
 J. Segoufin, IPG Paris, Laboratoire Géophysique Marine, France,  
 A. Yelles-Chaouche, IPG Paris, Laboratoire Géophysique Marine, France,  
 J. Zúkin, IPG Paris, Laboratoire Géophysique Marine, France,  
 R. Armijo, IPG Paris, Laboratoire Tectonique, France,  
 S. Calmant, CNES/GRGS, Toulouse, France,  
 D. Naar, HIG, Hawaii, USA,  
 R. Searle, IOS, Wormley, England.

## II - OBJECTIFS ET METHODES

Première partie: Lors de la première partie du transit au départ de Manzanillo, nous avons cherché à atteindre aussi vite que possible le point 8°S, 102.5°W en réalisant quelques observations sur diverses structures liées à la Ride Est Pacifique. La deuxième partie de ce transit, de 8°S à 26°S, avait pour but un levé gravimétrique parallèle à la trace 81 du satellite SEASAT. Barry Parsons, de l'Université d'Oxford a collaboré à ce travail. Ses études portent en effet sur le géoïde dans le Pacifique et les modes de convection dans le manteau que l'on peut en déduire. Le navire a suivi une route parallèle à l'EPR et parallèle à l'une des trois traces de l'expédition du RV Conrad en 1985.

Deuxième partie: Il s'agissait en premier lieu de recueillir des données géophysiques et structurales sur les frontières nord et sud de la microplaque Rapanui. Plutôt que des données dispersées, bien adaptées à un travail de reconnaissance, nous avons préféré des observations de détail afin de tester les modèles tectoniques et cinématiques qui ont déjà été proposés pour la microplaque Rapanui. Nous avons ainsi exploré l'ensemble des frontières Nord et Sud en suivant des traces espacées d'environ 2 km.

Troisième partie: Nous avons d'abord rejoint le point triple Pacifique-Nazca-Rapanui afin de compléter nos observations. Le transit de la microplaque Rapanui à Tahiti avait plusieurs objectifs : 1 levé magnétique long en travers du bassin Pacifique central; une étude structurale et morphologie du bassin Pacifique Central (ie. la zone de fracture Australe); test du modèle d'évolution du Pacifique de Okal et Cazenave (1985) ; données géophysiques et structurales sur deux alignements attribués à des points chauds les îles (Ducie, Henderson, Pitcairn, Oeno pour le premier alignement et les îles Tuamotu pour le second) et sur la frontière du "South Pacific Superswell" (McNutt and Fisher, 1987) ; enfin une étude succincte sur le flanc du volcan Mehetia. Cette dernière étude a été réalisée en collaboration avec J.L. Cheminée, I.P.G.P., qui travaille actuellement dans cette région. L'expédition récente du Charles Darwin CD35 (R. Searle, IOS) a effectué un transit semblable, parallèle au nôtre, de Tahiti jusqu'à l'île de Pâques. Il sera important de confronter les résultats de ces deux missions.

### III RESULTATS

Les résultats des deux transits, de Manzanillo à l'île de Pâques et de la microplaque Rapanui à Tahiti ne sont pas encore disponibles. B. Parsons Oxford, et J.L. Cheminée I.P.G.P., et notre laboratoire continuent de traiter les données.

Les résultats préliminaires de notre travail sur Rapanui ont été publiés par Francheteau et al (1988). Par ailleurs, nous terminons une étude structurale détaillée, rassemblant les données Sea Beam de l'expédition Rapanui avec celles d'expéditions allemands et américaines (Zukin et Francheteau, en préparation). Nous avons ainsi redéfini les frontières Nord et Sud de la microplaque Rapanui. Les différences avec celles proposées le plus récemment par Hey et al (1985) sont relativement importantes (voir figure 2). Nous avons mis en évidence au Nord et au Sud une large zone tectonique caractérisée par de l'extension donnant lieu à de la compression. Ces observations s'avèrent cohérentes avec les pôles Eulériens instantanés pour les plaques Pacifique, Nazca et Easter (Naar and Hey, 1988) et avec les modèles de plaque rigide (qui s'oppose aux modèles des microplaques en zone de cisaillement) de Engeln et Stein (1988) ou de Schouten et al (1988).

#### Bibliographie résumée:

- J Engeln and S Stein, Microplate and Shear Zone Models for Oceanic Spreading Center Reorganizations, *JGR*, 93, 2839-2856, 1988.
- Francheteau, J, P Patriat, S Segoufin, R Armijo, M Doucoure, K Yelles-Chaouche, J Zukin, S Calmant, D Naar, and R Searle, Pito and Orongo Fracture Zones: the Northern and Southern Boundaries of the Easter Microplate (Southeast Pacific), *EPSL*, 89, 363-374, 1988.
- Hey, RN, DF Naar, MC Kleinrock, WJP Morgan, E Morales, and JG Schilling, Microplate Tectonics Along a Superfast Seafloor Spreading System Near Easter Island, *Nature*, 317, 320-325, 1985.
- McNutt, M, and K. Fisher, The South Pacific Superswell, in *Seamounts, Islands and Atolls*, Geophysical Monograph no. 43, American Geophysical Union, 1987.
- Naar, DF and RN Hey, Recent Pacific-Easter-Nazca Plate Motions, submitted to *AGU Geophysical Monography Series*, 1988.
- Okal, EA, and A Cazenave, A Model for the Plate Tectonic Evolution of the East-Central

Pacific Based on SEASAT Investigations, EPSL, 72, 99-116, 1985.

Schouten, H., KD Klitgord, and DG Gallo, Microplate Kinematics of the Second Order, submitted to Nature in March, 1988.

Zukin, J., and J. Francheteau, A Tectonic study of the Easter Microplate: the Northern and Southern Boundaries, en preparation.

#### IV. VERSION ANGLAISE

##### 1. Logistics

The Rapanui Expedition consisted of three legs (see figures 1 and 2 for ships tracks). The first leg (named Manrap) was a transit between Manzanillo, Mexico and Easter Island, Chile, the second leg (Rapanui 1) consisted of work on the Rapanui (Easter) microplate and was the primary workload of the expedition, and the third leg (Rapanui 2) was a transit from Easter Island, Chile to Tahiti, French Polynesia, and realized additional work on the Rapanui Microplate, and a fuel stop at Hao, French Polynesia.

Instrumentation on all legs consisted of standard geophysical tools used on the N/O Jean Charcot: Sea Beam, magnetometer, gravimeter, and 3.5 khz echo sounder. In addition, a single channel seismic experiment, with an air gun source, was conducted during leg 3, between the Rapanui microplate and Tahiti. All data was recorded both analogically and digitally, with the exception of the 3.5 Khz echo sounder which was recorded only in analog form. Generally speaking, the instrumentation went smoothly, with no great problems encountered during the expedition. Navigation consisted of TRANSIT and Global Positioning System (GPS) satellite when available (approximately 10 hours per day). The expedition contained no stations.

##### II. OBJECTIVES AND METHODS

Leg 1: During the first part of this transit, from Manzanillo to 8°S, our objective was to observe various features associated with the East Pacific Rise (EPR), and to reach as quickly as possible the location, 8°S,

102.5°W. During the second part of the transit, from 8°S to 26°S, our primary objective was to take gravity readings parallel to SEASAT satellite track number 81. This work was done in collaboration with Barry Parsons at Oxford University, who is currently conducting studies of the geoid in the Pacific basin, and its relation to possible convection patterns in the mantle. Our ships track was planned as being equidistant from the EPR, and parallel to, one of three tracks taken during an expedition on the RV Conrad in 1985.

Leg 2: The primary objective of our work on the Rapanui microplate was to collect detailed geophysical and structural data along its key northern and southern boundaries. The philosophy of taking detailed rather than reconnaissance-type observations was utilized in order to test, in a rigid sense, existing tectonic and kinematic models for the microplate; this was the first expedition of this sort on the Rapanui microplate. The method utilized to this end was to continually make closely spaced ships tracks (approximately 2km spacing) over the northern and southern boundaries.

Leg 3: During the first part of this leg, our objective was to return to the southern Pacific-Nazca-Rapanui triple junction area and to complete our detailed observations there. The transit from the Rapanui microplate to Tahiti had several objectives: to collect a long magnetic line across the central Pacific basin, to observe morphologic and structural features of the central Pacific basin (ie the Austral fracture zone), to test the Pacific evolution theories of Okal and Cazenave (1985), to collect geophysical and basement structural data along two proposed hotspot lines (that containing Ducie, Henderson, Pitcairn and Oeno islands, and the Tuamotu island line), and while traversing the South Pacific Superswell boundary (McNutt and Fischer, 1987), and finally, to conduct a small survey (3 lines) over the flank of the volcan Mehetia volcano. This small survey (Mehetia) was realized in collaboration with J.L. Cheminee, IPGP, who is currently conducting studies in this area. The recent Charles Darwin CD35 expedition (R.

Searle, IOS) completed a similar and parallel transit from Tahiti to the Easter microplate; it will be important to combine observations from these two lines.

### III. RESULTS

Results from the two transits, Manzanillo to Easter Island, and Rapanui Microplate to Tahiti, (legs 1 and 3), are not yet available. These data continue to be worked on by us and our collaborators, B. Parsons, Oxford, and J.L. Cheminee, IPGP.

The preliminary results from our work on the Rapanui microplate have been presented in a paper by Francheteau et al (1988), and a more detailed structural analysis, combining Rapanui expedition Sea Beam data with Sea Beam data from 5 other American and German expeditions (Zukin and Francheteau, in preparation) has just been completed. These studies have redefined the northern and southern tectonic boundaries of the Rapanui microplate, which differ significantly from the most recently published boundaries of Hey et al (1985) (see figure 2). Our observations have shown these boundaries to be defined by wide deformation zones, generally characterized by extension giving way to compressive. Furthermore, we have shown that our observations are generally consistent with the most recently calculated instantaneous Euler pole locations for the Pacific, Nazca, and Easter plates (Naar and Hey, 1988), and with the rigid plate microplate models (as opposed to shear microplate models) of Engeln and Stein (1988) and Schouten et al (1988).

### V. LISTE DES PUBLICATIONS, EXPEDITION RAPANUI

Francheteau, J., P. Patriat, J. Segoufin, R. Armijo, M. Doucoure, K. Yelles-Chaouche, J. Zukin, S. Calmant, D. Naar, and R. Searle, Pito and Orongo Fracture Zones: the Northern and Southern Boundaries of the Easter Microplate (SE Pacific), *Earth and Planetary Science Letters*, 89, 363-374, 1988.

Francheteau, J., P. Patriat, J. Segoufin, R. Armijo, M. Doucoure, K. Yelles-Chaouche, J. Zukin, S. Calmant, D. Naar, and R. Searle, Pito and Orongo Fracture Zones: the Northern and Southern Boundaries of the Rapanui (Easter) Microplate, *EOS*, 68, 1477, 1987.

Zukin, J., J. Francheteau, and R. Armijo, Detailed Studies of the Northern and Southern Rapanui (Easter) Microplate Boundaries, *EOS*, 69, 1423, 1988.

Zukin, J., and J. Francheteau, A Tectonic study of the Easter Microplate: the Northern and Southern Boundaries, en preparation.

Zukin, J. and J. Francheteau, A Tectonic Test of Instantaneous Kinematics of the Easter Microplate, en preparation.

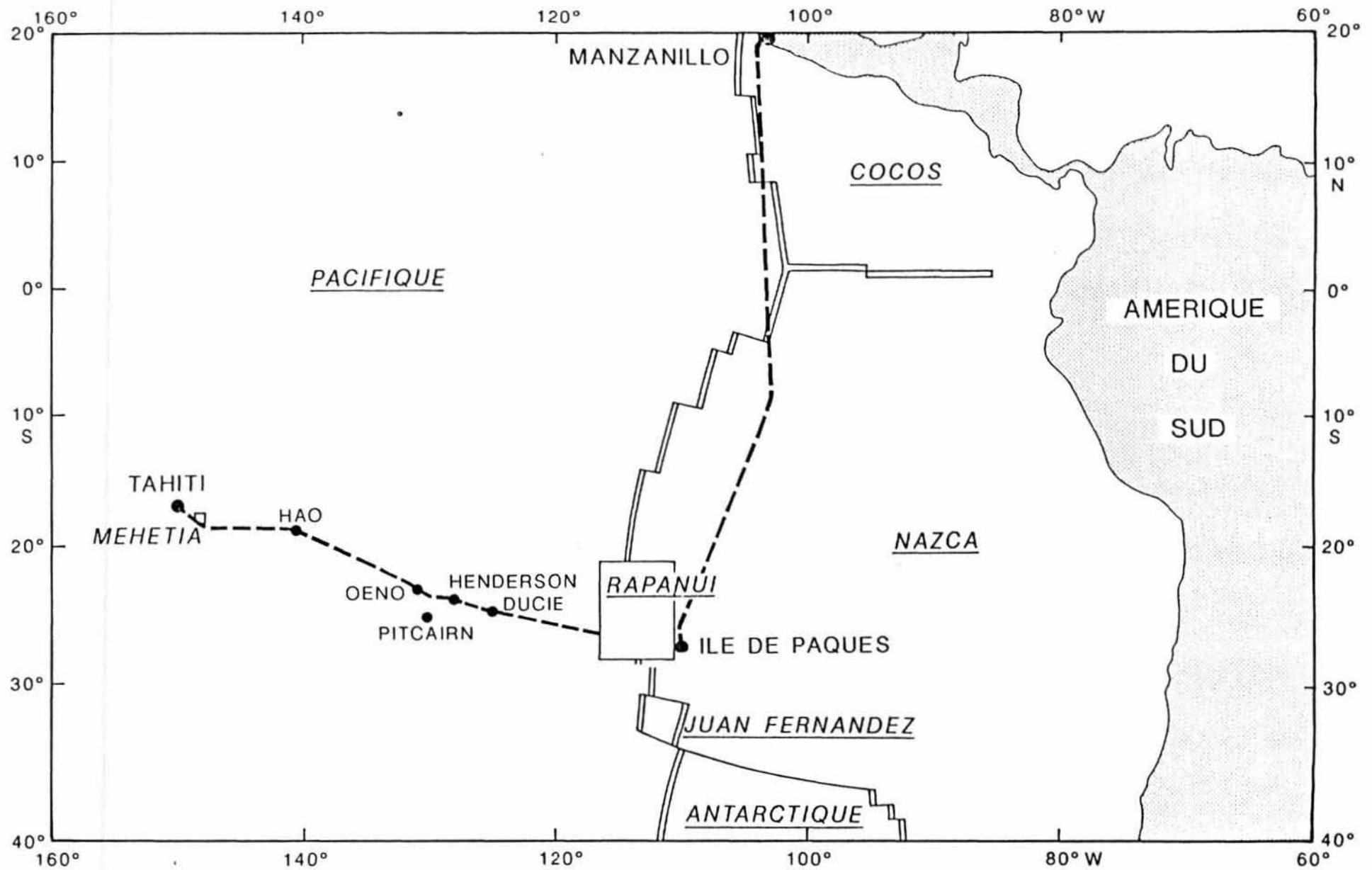


Figure 1. Route du bateau pendant la campagne Rapanui.

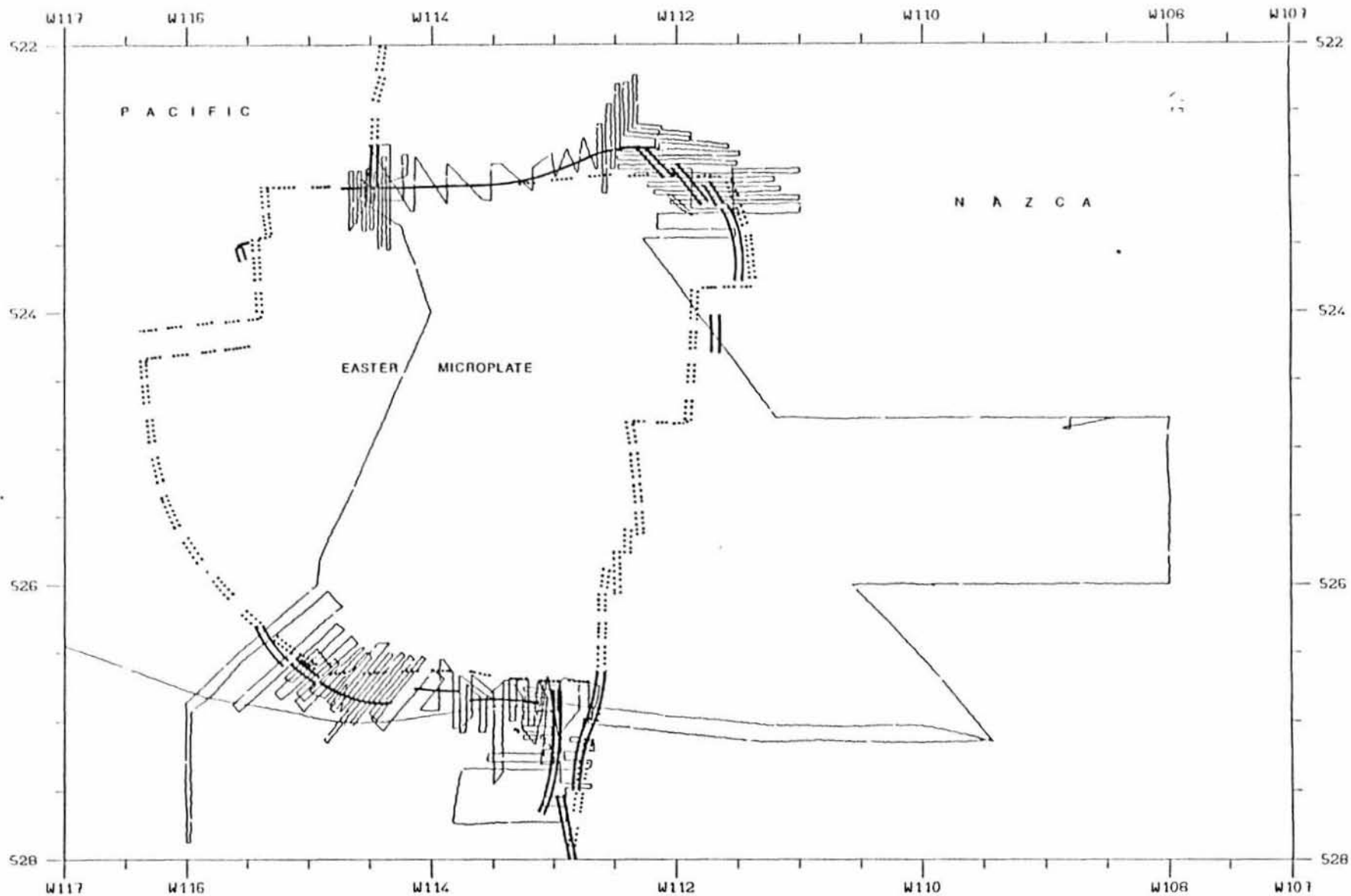


Figure 2. Routes de la campagne Rapanui du N/O Jean Charcot, 1987, dans la region de la microplaque Rapanui (Easter). Les traits continus en gras representent la frontiere de plaque dans notre interpretation, les lignes en pointilles la frontiere de plaque d'après Hey et al (1985).