Zeitschrift: Schweizerische mineralogische und petrographische Mitteilungen = Bulletin suisse de minéralogie et pétrographie

Band: 71 (1991)

Heft: 2

Artikel: La microplaque de l'île de Pâques (Pacifique Sud Oriental) : variations isotopiques Pb-Sr-Nd

Autor: Fontignie, D. / McCully, B. / Schilling, J.-G.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-54363

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 16.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

SCHWEIZ. MINERAL. PETROGR. MITT. 71, 281–286, 1991

La microplaque de l'île de Pâques (Pacifique Sud Oriental): variations isotopiques Pb–Sr–Nd*

par *D. Fontignie*[1], *B. McCully*[2] et *J.-G. Schilling*[2]

Abstract

Dredged basalt samples from the Easter Island microplate show a very large local variety of isotope data with e.g. Nd values between 0.51328 and 0.51285. In the eastern branch they differ considerably from normal East Pacific Ridge values. $^{206}Pb/^{204}Pb$, $^{87}Sr/^{86}Sr$ and $^{143}Nd/^{144}Nd$ ratios from the Easter island microplate (EMP) are intermediate between Sala y Gomez and MORB.

Keywords: Easter Island, microplate, Pb–Sr–Nd isotopes.

La microplaque de l'île de Pâques est située dans l'Est Pacifique, entre les plaques Nazca et Pacifique, à 300 kilomètres à l'Ouest de l'île de Pâques (fig. 1).

Cette microplaque résulte de la séparation en deux branches de la ride Est Pacifique (EPR). Ces branches sont très actives et se propagent: vers le Nord pour la branche Est, vers le Sud-Est pour la branche Est (HEY et al., 1985; SCHILLING et al., 1985). Les limites Nord et Sud de la microplaque sont complexes, formées de zones de compression (SEARLE et al., 1989; NAAR et HEY, 1990).

En raison de l'évolution complexe de la microplaque, les vitesses d'ouverture varient depuis la vitesse d'ouverture des plaques Nazca et Pacifique à cette latitude, soit près de 16 cm/an, jusqu'à des valeurs très faibles, là où les rides se propagent. Les plaques étant rigides, la somme des vitesses sur les rides opposées reste égale (NAAR et HEY, 1989).

En 1985, une croisière du «Endeavour», le navire océanographique de l'Université de Rhode Island, a dragué avec succès en 48 stations le long des rides de la microplaque et de l'EPR voisine de 22° S à 29° S (SCHILLING et al., 1985). Les localisations et dénominations de ces draguages sont données à la figure 1.

Depuis cette croisière, on a reconnu que les stations au Sud de 27° S n'étaient pas situées sur l'EPR mais à une vingtaine de kilomètres à l'Est. De plus, en raison de la complexité des limites Nord-Ouest et Nord-Est, il est possible que certaines stations Nord soient également légèrement hors ride (SEARLE et al., 1989; NAAR et HEY, 1991).

Les échantillons récoltés sont des basaltes, produits d'une activité volcanique récente. Ils sont de trois types:

1. les plus abondants sont des basaltes tholéitiques dont les normes varient de quartz à olivine;
2. quelques basaltes sont à néphéline normative;
3. parmi ces derniers, deux sont des basaltes picritiques primitifs qui sont supposés s'être équilibrés à des pressions supérieures à 20 kilobars (SIGURDSSON et al., 1985).

Ces échantillons ont fait l'objet d'études pétrologiques (SCHILLING et al., 1985; SIGURDSSON et al., 1985) et géochimiques poussées: analyses élémentaires (éléments majeurs et certaines traces ainsi que les terres-rares) et isotopiques. Toutes ces analyses ont été effectuées sur des verres volcaniques soigneusement sélectionnés. De plus, les mesures Pb, Sr et Nd sont réalisées après séparation à partir des mêmes attaques. Les résultats isotopiques du Pb (HANAN et SCHILLING, 1989) et du Sr (FONTIGNIE et SCHILLING, 1991) ont déjà été publiés, et nous présentons dans ce travail les conclusions obtenues sur les premiers résultats Nd.

---

*Résumé élargi de la contribution présentée à l'assemblée annuelle de la SSMP, Genève, 4 et 5 octobre 1990.

[1] Département de Minéralogie, Université de Genève, 13, rue des Maraîchers, CH-1211 Genève 4.
[2] Graduate School of Oceanography, Université de Rhode Island, USA.

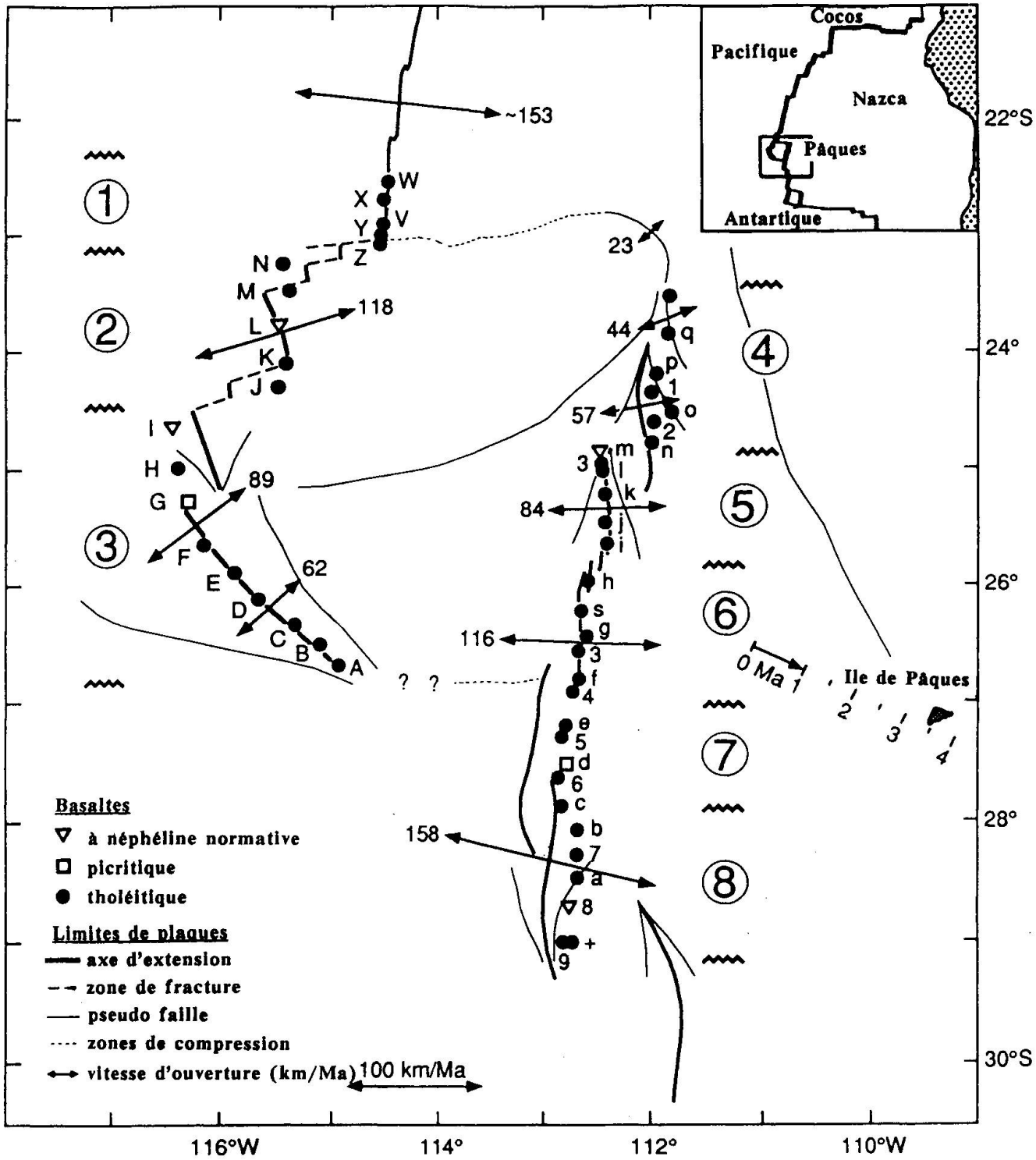

Fig. 1 Situation de la microplaque de l'île de Pâque. D'après NAAR et HEY (1989, 1991) et SEARLE et al. (1989). Les directions et taux d'ouverture et les vitesses de déplacement absolu de la plaque Nazca sont tirés de NAAR et HEY (1989). Les positions et dénominations des draguages et des segments utilisés sont notées.

Les résultats isotopiques du Nd montrent les très grandes variabilités locales déjà observées pour les isotopes du Pb et du Sr. Tout comme pour ces isotopes, les valeurs Nd extrêmes observées (0.51328 et 0.51285) constituent les extrêmes actuellement connus pour l'ensemble de l'EPR et ont également été mesurées sur les picrites d et G.

Les profils latitudinaux pour les rapports $(La/Sm)_n$, $^{206}Pb/^{204}Pb$, $^{87}Sr/^{86}Sr$ et $^{144}Nd/^{143}Nd$ de la microplaque sont présentés à la figure 2. Ce der-

nier rapport est l'inverse du rapport habituellement utilisé (isotope radiogénique normalisé) afin de corriger la corrélation négative du Nd avec le Sr, le Pb et le $(La/Sm)_n$.

L'évolution du rapport isotopique du Nd est très semblable aux évolutions déjà observées pour les autres isotopes ainsi que pour le rapport $(La/Sm)_n$. La picrite d constitue une exception remarquable à cette corrélation avec des valeurs isotopiques extrêmes alors que le rapport $(La/Sm)_n$ est très bas.

En ignorant la picrite d, la branche Est est marquée par une anomalie isotopique en forme de dôme prononcé dont le maximum se situe vers 27° S (station f). En ignorant la picrite G, la branche Ouest montre un enrichissement plus faible augmentant du Nord au Sud. Le maximum étant atteint à la station la plus au Sud, station qui est aussi la plus proche de la branche Est.

Les diverses corrélations entre isotopes et $(La/Sm)_n$ sont linéaires et les coefficients de corrélation sont particulièrement élevés comme on le voit dans le tableau ci-dessous.

Coefficients de corrélation:

	$(La/Sm)_n$	$^{206/204}Pb$	$^{87/86}Sr$	$^{143/144}Nd$
$(La/Sm)_n$	1.0000	0.7718	0.6514	–0.4611
$^{206}Pb/^{204}Pb$		1.0000	0.8818	–0.9203
$^{87}Sr/^{86}Sr$			1.0000	–0.8768
$^{143}Nd/^{144}Nd$				1.0000

Un modèle de mélange binaire entre les produits d'un panache et l'asthénosphère a été proposé avec les isotopes du Pb. Ce modèle a été confirmé avec le Sr et il peut, à nouveau, être appliqué aux résultats Nd. Les courbures dans les relations entre les isotopes d'éléments différents indiquent des rapports de concentrations élémentaires dans les termes extrêmes différents. Ainsi, notamment, la courbure dans le diagramme $^{143}Nd/^{144}Nd$ vs $^{87}Sr/^{86}Sr$ de la figure 3, correspond à un rapport (Nd/Sr) plus petit dans l'asthénosphère que dans le panache.

Les données isotopiques Sr–Nd de EMP (fig. 3) se distinguent notablement des données obtenues sur le reste d'EPR: si le champs de la branche Ouest recouvre bien le champ de EPR, il n'en est pas de même pour la branche Est qui est notablement plus radiogénique en Sr et plus appauvrie en Nd radiogénique.

Les rapports $^{206}Pb/^{204}Pb$, $^{87}Sr/^{86}Sr$ et $^{143}Nd/^{144}Nd$ des basaltes de EMP sont utilisés dans l'analyse des composantes principales de la figure 4. Près

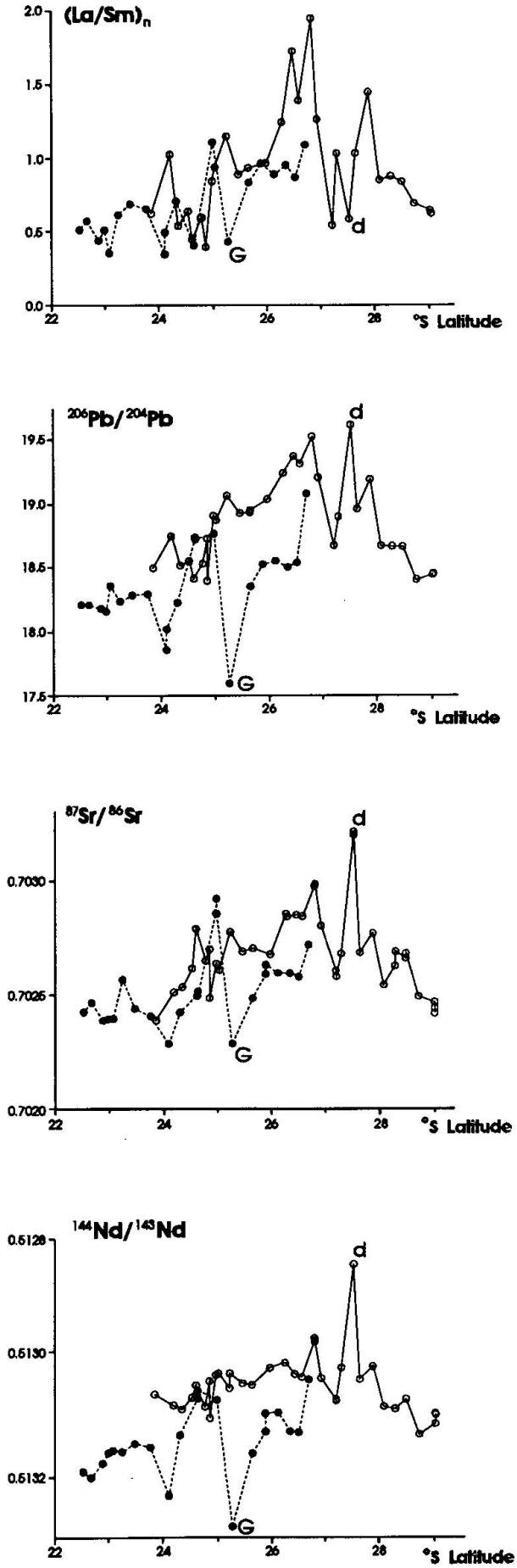

Fig. 2 Profils latitudinaux de 22° à 30° S pour le $(La/Sm)_n$, le $^{206}Pb/^{204}Pb$, le $^{87}Sr/^{86}Sr$ et le $^{144}Nd/^{143}Nd$. (●: Branche Ouest; ○: Branche Est).

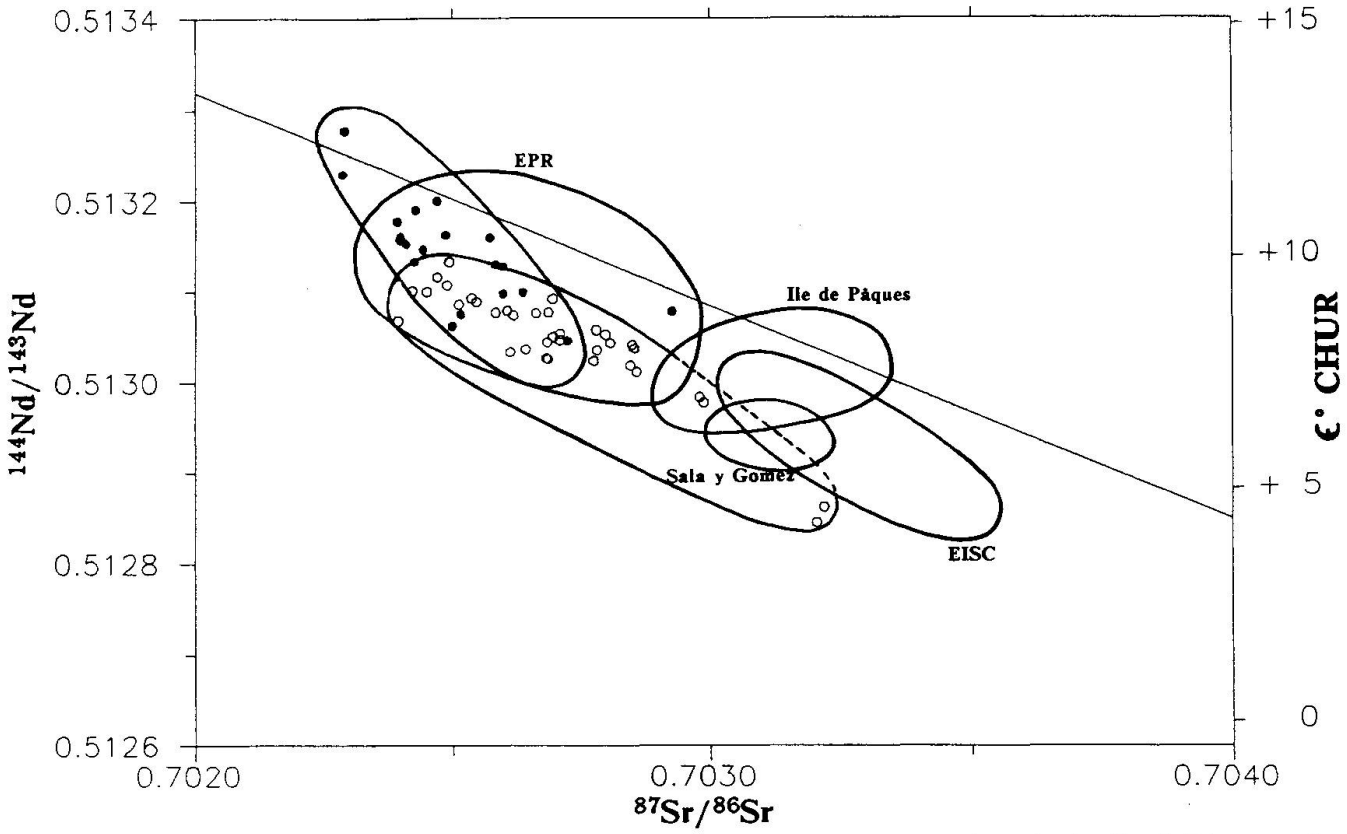

Fig. 3 Distribution des rapports $^{143}Nd/^{144}Nd$ et $^{87}Sr/^{86}Sr$ pour les basaltes de EMP, de EPR, des îles de Pâques et de Sala y Gomez et des «seamounts» de la Chaîne de l'île de Pâques. La droite de corrélation «mantle Array» est reprise de ZINDLER et HART, 1986.
Analyses de MACDOUGALL et LUGMAIR (1985), WHITE et al. (1987), PRINZHOFER et al. (1989) et CHENG (1989).

de 98% de la variabilité totale est exprimée sur cette projection. L'axe principal 1 porte à lui seul plus de 90% de celle-ci. Le nuage de points forme

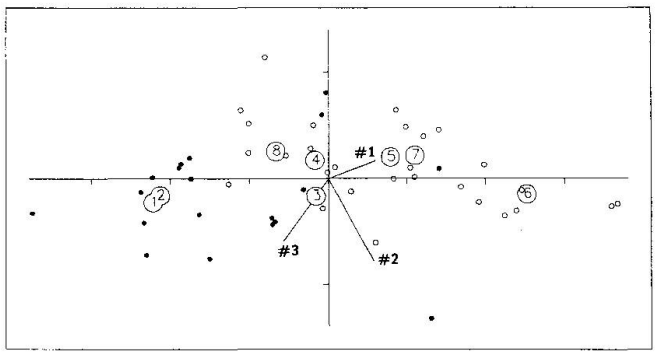

Fig. 4 Analyse des composantes principales des basaltes de EMP. Projection sur les axes 1 et 2 en utilisant les rapports normalisés de $^{206}Pb/^{204}Pb$, $^{87}Sr/^{86}Sr$ et le $^{144}Nd/^{143}Nd$.
● Branche Ouest, ○ Branche Est. Les nombres cerclés sont les centroïdes correspondant aux divers segments définis à la figure 1. Projection des axes de départ: #1: $^{206}Pb/^{204}Pb$; #2: $^{87}Sr/^{86}Sr$; #3: $^{143}Nd/^{144}Nd$. Les axes principaux 1 et 2 correspondent respectivement à 90,7% et 6,6% de la variabilité totale. Les graduations sur les axes sont de 1 unité.

donc un ellipsoïde très allongé correspondant essentiellement à un mélange, à des degrés, divers, entre deux termes extrêmes. La part correspondant à l'autre axe principal (6,6% de la variabilité totale) est encore incomplètement explicitée.

Dans ce diagramme, l'axe principal pointe vers les échantillons les plus radiogéniques. Les centroïdes correspondant aux analyses des huit segments tectoniques (HEY et al., 1985) sont également reportés. Les segments 1 à 3 correspondent à la branche Ouest, il montrent l'enrichissement faible et progressif du Nord au Sud. Les segments 4 à 6 de la branche Est présentent une évolution équivalente de plus grande amplitude jusqu'au maximum observé vers 27° S, suivie d'un appauvrissement vers le Sud.

Quels sont les termes extrêmes? Le premier est le MORB «normal», observé dans le segment 1 et vers lequel tend le segment 8. Le second est le panache. Celui-ci pourrait être localisé sur la ride comme l'Islande est située sur la ride médio-Atlantique (SCHILLING, 1975) ou être hors ride tels les «hotspots» de Sainte-Hélène ou Gough dans l'Atlantique Sud qui, bien que situés loin de la ride, continuent à l'influencer (HANAN et al., 1986). Comme la branche Ouest est moins enri-

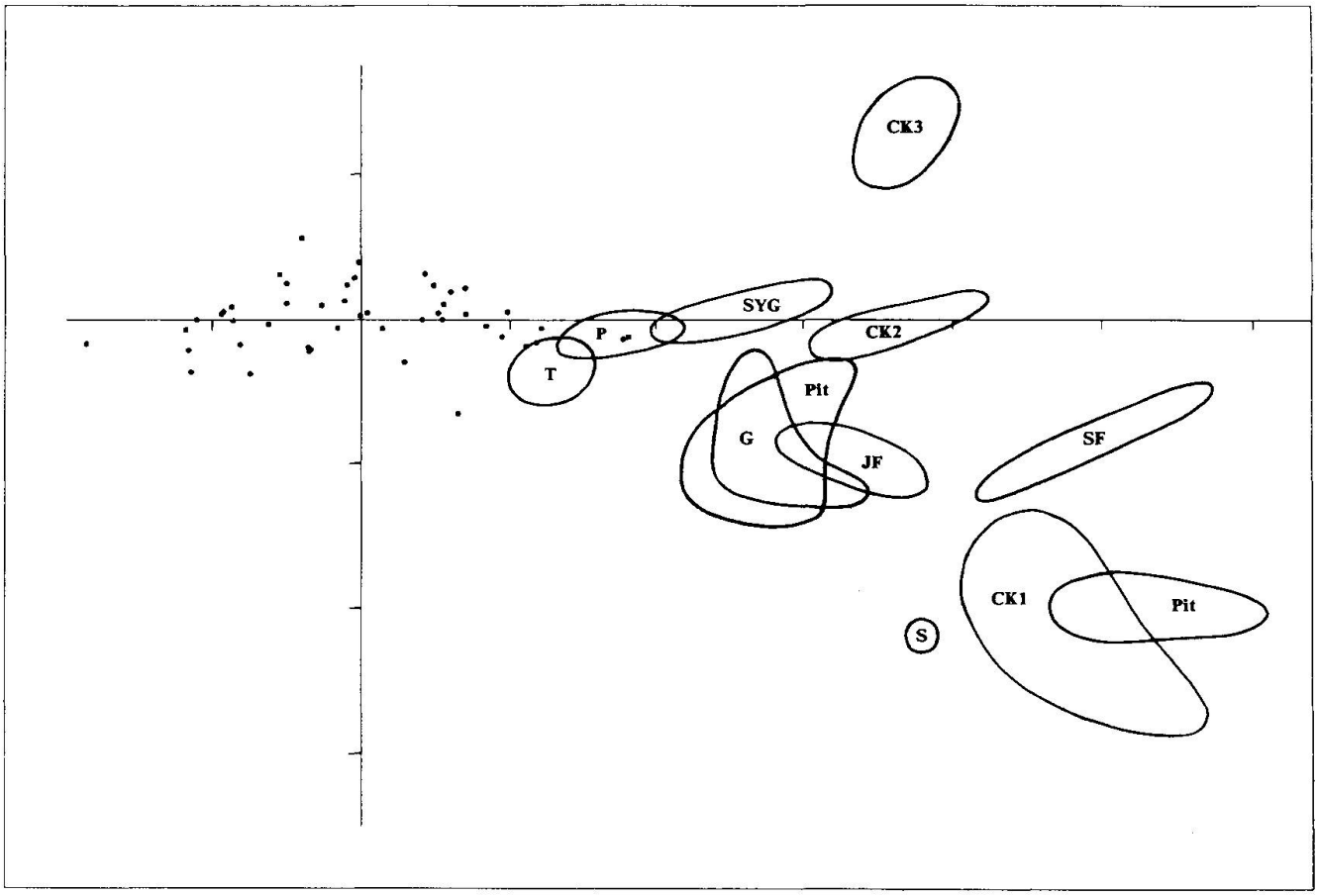

Fig. 5 Analyse des composantes principales des basaltes de EMP semblable à la figure 4 sur laquelle les champs calculés pour une sélection d'îles du Pacifique ont été reportés. Les graduations sur les axes sont de 2 unités. CK: Iles Cook (CK1: Atiu, Raratonga et Aitutaki, CK2: Mangaia, CK3: Rurutu, Rimatara); G: Gambier; JF: Juan Fernandez; P: Ile de Pâques; Pit: Pitcairn; S: Société; SF: San Felix; SyG: Sala y Gomez; T: Tuamotu. Analyses de GERLACH et al. (1986), DE PALACZ et SAUNDERS (1986), NAKAMURA et TATSUMOTO (1988), CHENG (1989) et WOODHEAD et MCCULLOCH (1989).

chie en produits de panache que la branche Est, le panache est situé sur la ride Est ou à l'Est de celle-ci. Cette position orientale est en accord avec le déplacement absolu de la ride vers l'Ouest (NAAR et HEY, 1989). Des observations empiriques établies principalement dans l'Atlantique (SCHILLING, 1985) permettent de corréler grossièrement la distance du panache à la longueur de l'anomalie et à l'élévation de la ride. Ainsi, la longueur de l'anomalie étant de 350 kilomètres, le panache devrait se situer à quelques 735 kilomètres. A l'Est de la microplaque, dans la direction opposée au déplacement absolu se trouvent l'île de Pâques à 320 km et, à une distance recherchée, l'île de Sala y Gomez à 710 km.

L'analyse des composantes principales utilisant le $^{206}Pb/^{204}Pb$, le $^{87}Sr/^{86}Sr$ et le $^{143}Nd/^{144}Nd$ (fig. 5) à laquelle ont été ajoutés les valeurs mesurées sur certaines îles du Pacifique, montre que la composition du terme extrême s'accorde avec les mesures faites à Sala y Gomez, toutes les autres îles présentent des compositions trop différentes pour qu'elles puissent constituer le terme final recherché. L'île de Pâques présente des valeurs intermédiaires entre Sala y Gomez et les MORBs et cette composition correspond donc à un mélange. Sala y Gomez semble donc bien être le terme final.

Ce travail se poursuit sur le plan analytique avec l'acquisition des résultats encore manquants ou avec ceux devant être mieux précisés. Il se poursuit également sur le plan interprétatif avec l'examen de l'importance et de la signification du deuxième axe principal dans les analyses des composantes principales, avec la discussion sur l'origine et le comportement des picrites, la comparaison géochimique des Tuamotu, de Sala y Gomez et des «seamounts» de l'île de Pâques.

Références

CHENG, Q.C. (1989): Geochemical Studies of Hotspot Volcanism in the Southern Pacific and its Implications for Mantle Structure and Dynamics. PHD thesis, Univ. of California, San Diego.

FONTIGNIE, D. and SCHILLING, J.-G. (1991): $^{87}Sr/^{86}Sr$ and REE variations along the Easter Microplate boundaries (south Pacific): Application of multivariate statistical analyses to ridge segmentation. Chemical Geology, 89, 209–241.

GERLACH, D.C., HART, S.R., MORALES, V.W.J. and PALACIOS, C. (1986): Mantle heterogeneity beneath the Nazca Plate: San Felix and Juan Fernandez Islands. Nature, 322: 165–169.

HANAN, B.B. and SCHILLING, J.-G. (1989): Easter Microplate evolution: Pb isotope evidence. J. Geophys. Res, 94: 7432, 7448.

HANAN, B.B., KINGSLEY, R.H. and SCHILLING, J.-G. (1986): Migrating ridge-hotspot interactions: Pb isotope evidence in the South Atlantic. Nature, 322: 137–144.

MACDOUGALL, J.D. and LUGMAIR , G.W. (1985): Extreme isotopic homogeneity among basalts from the southern East Pacific Rise: Mantle or mixing effect? Nature 313, 209–211.

NAAR, D.F. and HEY, R.N. (1989): Recent Pacific-Easter-Nazca plate motions. In: Evolution of Mid-Oceanic Ridges, Symp. Vol., Am. Geophys. Union, Geophys. Monogr., 57: 9–30.

NAAR, D.F. and HEY, R.N. (1991): Tectonic Evolution of the Easter Microplate. J. Geophys. Res., sous presse.

NAKAMURA, Y. and TATSUMOTO, M. (1988): Pb, Nd and Sr isotopic evidence for a multicomponent source for rocks of Cook-Austral Islands and heterogeneities of mantle plume. Geochim. Cosmochim. Acta, 52, 2909–2924.

PALACZ, Z.A. and SAUNDERS, A.D. (1986): Coupled trace element and isotope enrichment in the Cook-Autral-Samoa islands, southwest Pacific. Earth Planet. Sci. Lett. 79, 270–280.

PRINZHOFER, A. and ALLÈGRE, C. (1989): Stochastic melting of the marble cake mantle: evidence from local study of the East Pacific Rise at 12°50' N. Earth Planet. Sci. Lett. 92, 189–206.

SCHILLING, J.-G. (1975): Rare-earth variations across «normal segments» of the Reykjanes Ridge, 60–53° N, MAR, 29° S, and EPR, 2–19° S, and evidence on the composition of the underlying low velocity layer. J. Geophys. Res., 80 (11): 1459–1473.

SCHILLING, J.-G. (1985): Upper mantle heterogeneities and dynamics. Nature 314: 62–67.

SCHILLING, J.-G., SIGURDSSON, H., DAVIS, A.N. and HEY, R.N. (1985): Easter microplate evolution. Nature 317, 325–331.

SEARLE, R.C., RUSBY, R.I., ENGELN, J., HEY, R.N., ZUKIN, J., HUNTER, P.M., LEBAS, T.P., HOFFMAN, H.-J. and LIVERMORE, R., (1989): Comprehensive sonar imaging of the Easter microplate. Nature 341, 701–705.

SIGURDSSON, H., SCHILLING, J.-G. and DAVIS, A.N. (1985): Petrology of Easter Microplate basalts. EOS (Trans. Am. Geophys. Union), 66, 405 (abstract).

WHITE, W.M., HOFMANN, A.F. and PUCHET, H. (1987): Isotope geochemistry of Pacific mid-ocean ridge basalt. Jour. Geophys. Res., 92, 4881–4893.

WOODHEAD, J.D. and McCULLOCH, M.T. (1989): Ancient seafloor signals in Pitcairn Island lavas and evidence of large amplitude, small length-scale mantle heterogeneities. Earth Planet. Sci. Lett. 94, 257–273.

ZINDLER, A. and HART, S. (1985): Chemical Geodynamics, Ann. Rev. Earth Planet. Sci., 14, 493–571.

Manuscrit accepté 11 mars, 1991.