

GÉOCHIMIE. — *Ride médio-atlantique : variations géochimiques à âge zéro entre les Açores et 22° N.* Note (*) de **Henri Bougault** et **Michel Treuil**, transmise par Xavier Le Pichon.

— La campagne MAPCO (octobre-novembre 1979) du navire océanographique *Jean-Charcot* a permis d'échantillonner les basaltes de la dorsale médio-atlantique à « âge zéro » entre le point triple des Açores (~ 38° N) et 24° N. Les données disponibles avant cette campagne et les analyses effectuées à bord permettent de montrer que la distribution des éléments hygromagmaphiles n'est pas aléatoire le long de la dorsale. Au nord de la zone de fracture Hayes, les diagrammes normés aux chondrites relatifs à ces éléments présentent une distribution plate à enrichie pour les éléments les plus hygromagmaphiles. Au sud de cette zone de fracture, ces diagrammes présentent un appauvrissement systématique pour les éléments les plus hygromagmaphiles. Ces données sont interprétées en termes d'hétérogénéité régionale du manteau supérieur. —

— *The MAPCO cruise of the R.V. Jean-Charcot (October-November, 1979) sampled zero-age basalts along the Mid-Atlantic Ridge from the Azores triple junction to 24° N. Preliminary shipboard geochemical analyses together with previously collected data show that hygromagmaphile elements are not randomly distributed along the ridge. North from Hayes transform, the chondrite normalised diagrams of these elements show flat to enriched distributions for the most hygromagmaphile elements. South from this transform, these diagrams are systematically depleted for the most hygromagmaphile elements. These data are interpreted in terms of regional upper mantle heterogeneity.* —

Deux zones sur la ride médio-atlantique ont fait l'objet d'un échantillonnage intensif au cours des 6 dernières années : à 36° N, opération FAMOUS ([1], [2]), leg 37 du *Glomar-Challenger* (sites 332 à 335, 3 à 14 M.A.) [3] et leg 49 (sites 411 à 413 à proximité de la zone FAMOUS) [4]; à 22° N, legs 45 et 46 (sites 395 et 396 symétriques par rapport à l'axe de la dorsale, 6 à 10 M.A.) ([5], [6]) et dragage à l'axe pendant la campagne VEMA du N.O. *Jean-Charcot*. Les différences de compositions isotopiques (Sr, Pb et Nd, tableau) entre 36° N et 22° N permettent une interprétation univoque en termes d'hétérogénéité du manteau supérieur ([7], [9], [10], [11]). Les différences d'intervalles de variation du rapport Hf/La (identique à Zr/La ou Sm/La) sont également attribuées à l'hétérogénéité du manteau supérieur ([12], [13]).

TABLEAU

Rapports isotopiques et rapports d'éléments hygromagmaphiles normés pour la zone FAMOUS (36° N) et sud Kane (22° N) ([7], [8]).

	$\frac{\text{Ta/La}}{\text{Ch}}$	$\frac{\text{Hf/La}}{\text{Ch}}$	$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	ΔNd
22° N (leg 45, 46)	0,56	2-2,6	18,0	0,702 5	+ 13
FAMOUS	1,09	0,77-1,4	18,8	0,702 8	+ 10

L'intervalle de variation de ces rapports dans chaque zone est attribué à des différences de taux ou de type de fusion partielle ([14], [15]), à des processus de mélange de magmas ([16], [17]) ou à des hétérogénéités du manteau de deuxième ordre (plus locales) pouvant rendre compte de la dispersion des compositions isotopiques autour des valeurs présentées dans le tableau ci-dessus. Les valeurs 1,09 à 36° N et 0,56 à 22° N du rapport Ta/La normé sont également attribuées à des sources mantelliques différentes à 36° N et 22° N ([8], [13]). Pour les éléments hygromagmaphiles (dont Hf, Zr, Sm, La, Ta déjà cités) ces informations sont résumées par les figures 1 (36° N) et 2 (22° N), présentant pour chaque zone le spectre de variation de la distribution des éléments hygromagmaphiles normés aux chondrites. Le sujet de la campagne MAPCO concerne la transition entre la zone de 36° N et celle de 22° N. La variation des paramètres considérés est-elle aléatoire, continue ou discontinue ?

Outre l'échantillonnage « âge zéro », l'objectif de la première partie de la campagne MAPCO (CH 97) concernait l'analyse structurale du point triple des Açores entre 39 et 37° N; pendant la deuxième partie (CH 98), les 54 profils réalisés au travers de la dorsale entre 35 et 24° N constituent également des données pour l'étude de la structure de la dorsale. Les résultats concernant l'aspect morphologie et géologie structurale seront rapportés ultérieurement.

Les outils principaux qui ont été utilisés au cours de cette campagne sont les suivants :

– le « Sea-Beam » [18] : sondeur multifaisceaux permettant d'obtenir le long de la route suivie une carte bathymétrique dont la largeur correspond aux deux tiers de la profondeur d'eau. Ce document permet de reconnaître les grandes structures (vallée du Rift) et les structures de détail (haut central, volcan...) pour le choix du site de dragage;

– le « poids actif » : cet outil est un système à percussion placé en tête de la drague : lorsque la tension du câble de traction au niveau de ce poids atteint 3 t, une masse mobile de l'ordre de 500 kg est libérée et communique une impulsion de l'ordre de 25 t au niveau de la drague. Le système est réarmé par un ressort lorsqu'il n'existe plus de tension entre le poids actif et la drague;

– le laboratoire pour étude des échantillons : lames minces et analyse par spectrométrie de fluorescence X ([19], [20]). Les résultats obtenus à bord qui ont servi de guide pendant la mission sont présentés ci-après.

Six dragages, dont cinq réussis, ont été réalisés pendant la première partie (CH 97, 39-37° N); 17, dont 16 réussis, ont été réalisés pendant la deuxième partie (CH 98, 35-24° N) (fig. 3).

Les basaltes échantillonnés au cours de cette mission sont des tholéïtes océaniques « classiques ». La plupart sont aphyriques à subaphyriques (phénocristaux < 5 %). Les plagioclases constituent la phase minérale dominante dans les échantillons porphyriques suivis en abondance par les olivines et quelquefois les clinopyroxènes. La majorité des échantillons sont des pillows; il convient de signaler que, dans plusieurs dragues, ont été trouvées des « croûtes » ou « plaques » de verre basaltique identiques à celles qui ont été décrites pour la ride Est-Pacifique [21] interprétées comme des fragments de surface figée de tubes ou lacs de lave qui se seraient vidés.

Ainsi que le montrent les figures 1 et 2, les éléments hygromagmaphiles non terres rares peuvent être inclus dans un diagramme de Coryell-Masuda ([22], [23], [24]). Dans un premier

EXPLICATION DE LA PLANCHE

Fig. 1 : Spectre de variation des distributions des éléments hygromagmaphiles : zone FAMOUS, 36° N. La zone hachurée correspond en abscisse aux éléments dont les concentrations ont été mesurées à bord pendant MAPCO pour comparaison de cette figure avec les résultats obtenus pendant la campagne MAPCO (fig. 4 et 5).

Fig. 2. — Spectre de variation des distributions des éléments hygromagmaphiles : 22° N. Même remarque que sur la figure 1 pour la zone hachurée.

Fig. 3. — Localisation des dragages effectués pendant la campagne MAPCO, CH 97 et CH 98.

Fig. 4. — Spectre de variation des distributions des éléments hygromagmaphiles au nord de la zone de fracture Hayes. Les exemples choisis concernent : ○ : CH 97 DR 03; ▲ : CH 97 DR 03; □ : CH 97 DR 05; ● : CH 98 DR 02. Voir la figure 1 pour localisation.

Fig. 5. — Spectre de variation des distributions des éléments hygromagmaphiles au sud de la zone de fracture Hayes. ● : CH 98 DR 04; ■ : CH 98 DR 07; △ : CH 98 DR 17. L'exception concernant un type d'échantillons dans CH 98 DR 08 est représenté par ○.

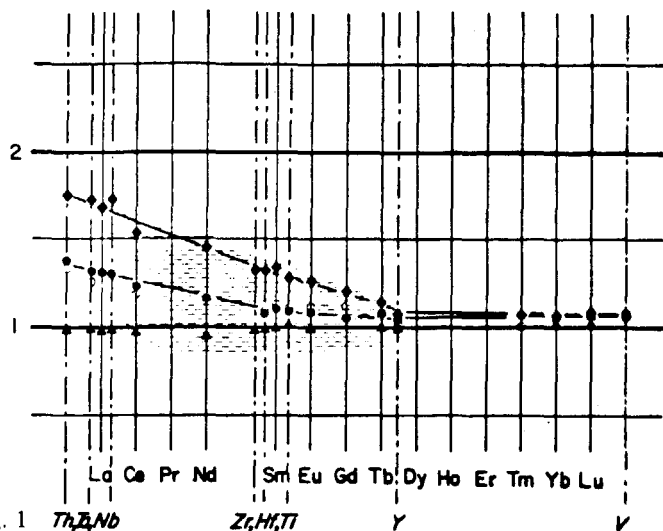


Fig. 1

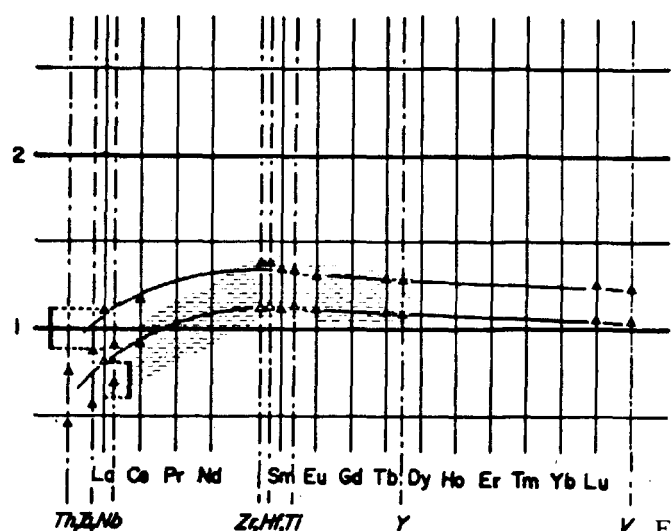


Fig. 2

Fig. 3

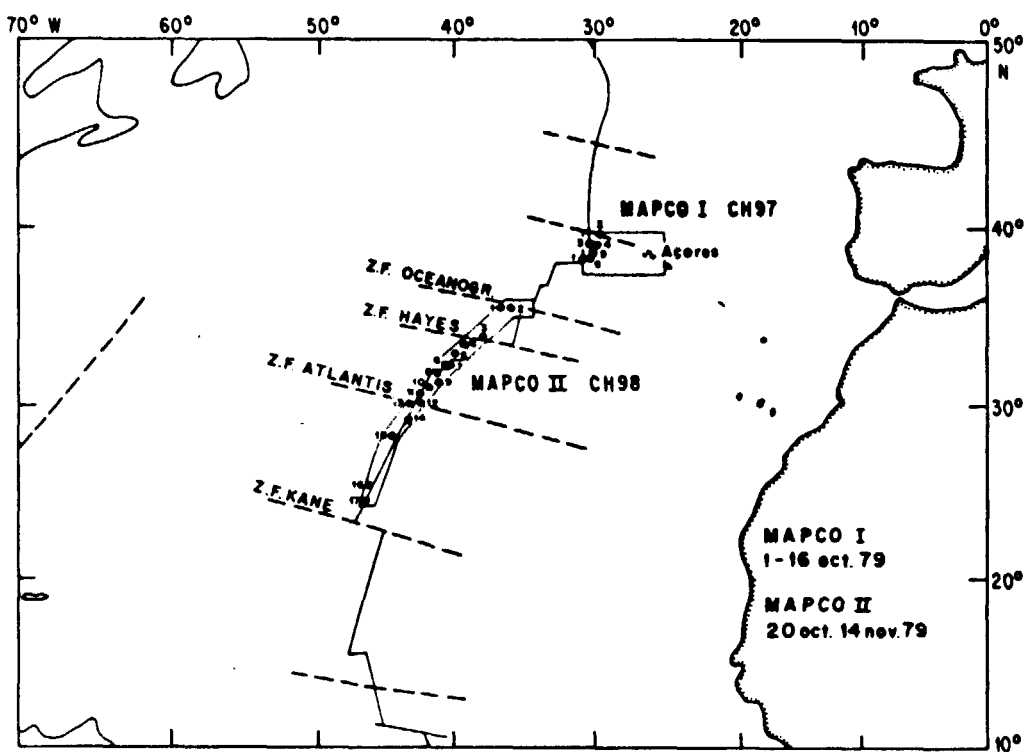


Fig. 4

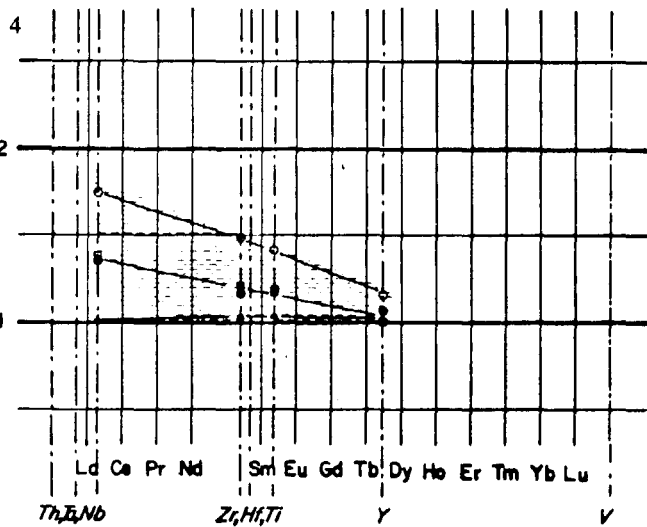
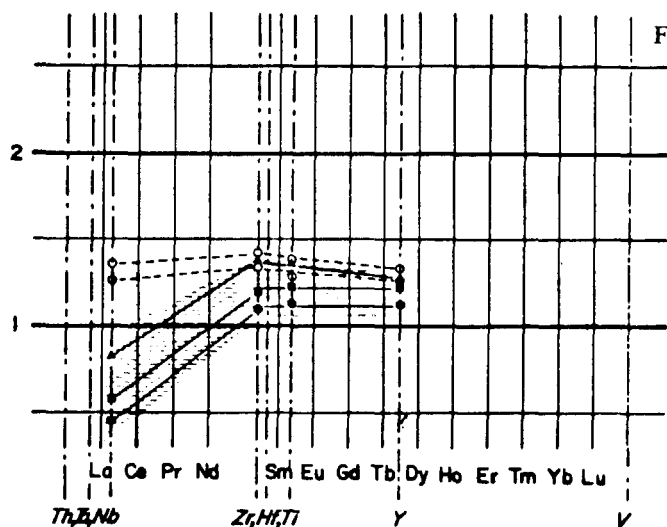


Fig. 5



temps, certains de ces éléments dont les concentrations peuvent être mesurées à bord (Nb, Zr, Ti, et Y) peuvent servir de guide vis-à-vis du sujet de la mission — transition entre 36° N et 22° N. Ces données (éléments hygromagmaphiles) ne pourront être interprétées en termes de différence des propriétés du manteau à différentes latitudes qu'à la condition que ces éléments présentent des distributions « significativement » différentes puisqu'un intervalle de distribution de ces éléments (*fig. 1, 2* et tableau : Hf/La) est observé dans chacune des zones 36° N et 22° N.

L'ensemble des résultats obtenus au cours de la campagne se trouve résumé par les figures 5 et 6. Au nord de la zone de fracture Hayes (voir *fig. 3*), les distributions normées des éléments Nb, Zr, Ti et Y sont plates à enrichies en éléments à coefficients de partage les plus faibles (équivalent à enrichies en terres rares légères). Au sud de la zone de fracture Hayes, ces distributions sont appauvries en éléments à coefficients de partage les plus faibles (équivalent à appauvries en terres rares légères). Une seule exception est à signaler pour une série de roches dans la drague CH 98 DR 08 (voir la figure 3 pour la localisation). En dépit de l'intervalle de variation de ces courbes pour un site ou une zone donnée (*fig. 1*, par exemple), il est clair que ces distributions ne sont pas aléatoires au nord et au sud de la zone de fracture Hayes. Chacun des intervalles de distribution au nord de Hayes (*fig. 4*) et au sud de Hayes (*fig. 5*) correspond à celui qui est observé dans la zone FAMOUS (36° N) (*fig. 1*) et à 22° N (*fig. 2*).

Le caractère non aléatoire de ces résultats et la différence significative qui existe entre nord et sud de la zone de fracture Hayes confirme la notion d'hétérogénéité régionale du manteau [25]. Ces résultats devront être précisés par des mesures de compositions isotopiques et l'analyse d'autres éléments hygromagmaphiles pour compléter la distribution normée de ces éléments. Les valeurs 1,09 (36° N, *fig. 1*) et 0,56 (22° N, *fig. 2*) du rapport Ta/La normé devront être confirmées ou infirmées pour la partie nord (*fig. 4*) et sud (*fig. 5*) de la zone de fracture Hayes.

La campagne MAPCO a été organisée par le « Groupe croûte océanique du Comité IPOD-France », le C.N.R.S. et le CNEXO. J. Bonnin et H. D. Needham ont prêté leur concours à la préparation de cette mission. Le « poids actif » utilisé pour le dragage a été développé par J. P. Allenou avec l'aide de J. Y. Bervas. Le Commandant, les Officiers, et l'équipage du N. O. *Jean-Charcot*, ont tous contribué au succès de cette mission. L'équipe scientifique (pour partie pour MAPCO-CH 97, partie pour MAPCO-CH 98) était constituée par : J. Y. Bervas, P. Beuzart, H. Bougault, P. Cambon, M. El Azzouzi, G. Floch, J. Guichardot-Wirrmann, S. Monti, J. L. Olivet (CNEXO), J. Durand, S. Savary (I.P.G. Saint-Maur), C. Bassoulet, P. Tarits (I.P.G. Paris), J. Argyriadis (Orsay), J. P. Eissen (Strasbourg), A. Y. Le Dain (Montpellier), A. Gourgaud (Clermont-Ferrand), P. Fetter (Tunis), J. L. Joron, G. Meyer (Labo. P. Sue, CNRS), J. Stroup (Albany, USA), A. Graham (British Museum, Londres) et D. Wood (Birmingham, U.K.).

Contribution n° 684 du Département de Géophysique, Géologie et Géochimie marines du C.O.B.

(*) Remise le 28 avril 1980.

[1] ARCYANA, *Deep-Sea Research*, 24, 1977, p. 565-589.

[2] W. B. BRYAN et J. G. MOORE, *Geol. Soc. Amer. Bull.*, 88, 1977, p. 556-570.

[3] Initial Reports of the Deep-Sea Drilling Project, Washington, U.S. Government Printing Office, 37, 1977.

[4] Initial Reports of the Deep-Sea Drilling Project, Washington, U.S. Government Printing Office, 49, 1979.

[5] Initial Reports of the Deep-Sea Drilling Project, Washington, U.S. Government Printing Office, 45, 1979.

[6] Initial Reports of the Deep-Sea Drilling Project, Washington, U.S. Government Printing Office, 46, 1979.

- [6] Initial Reports of the Deep-Sea Drilling Project, Washington, U.S. Government Printing Office, 46, 1979.
- [7] C. J. ALLEGRE, O. BREVART, B. DUPRE et J. F. MINSTER, *Proceed. of the Royal Soc.* (sous presse).
- [8] H. BOUGAULT, J. L. JORON et M. TREUIL, *Proceed. of the Royal Soc.*(sous presse).
- [9] R. K. O'NIONS, P. J. HAMILTON et N. M. EVENSEN, *Earth Planet. Sc. Lett.*, 34, 1977, p. 13-22.
- [10] P. RICHARD, N. SHIMIZU et C. J. ALLEGRE, *Earth Planet. Sc. Lett.*, 31, 1976, p. 269-278.
- [11] D. J. DE PAOLO et G. J. WASSERBURG, *Geophys. Res. Lett.*, 3, 1976, p. 249.
- [12] J. G. SCHILLING, *Nature*, 242, 1973, p. 565-571.
- [13] H. BOUGAULT, J. L. JORON et M. TREUIL, *Maurice Ewing Series*, 2, 1979, p. 352-368.
- [14] H. BOUGAULT, P. CAMBON, O. CORRE, J. L. JORON et M. TREUIL, *Tectonophysics*, 55, 1979, p. 11-34.
- [15] C. H. LANGMUIR, J. F. BENDER A. E. BENICE, G. N. HANSON et S. R. TAYLOR, *Earth Planet. Sc. Lett.*, 36, 1977, p. 133-156.
- [16] M. J. O'HARA, *Nature*, 266, 1977, p. 503-507.
- [17] J. M. RHODES, M. A. DUNGAN, D. P. BLANCHARD et P. E. LONG, *Tectonophysics*, 55, 1979, p. 35-61.
- [18] V. RENARD et J. P. ALLENOU, *Internat. Hydrographic Rev.*, 56, (1), 1979, p. 35-67.
- [19] H. BOUGAULT et P. CAMBON, *Marine Geol.*, 15, 1973, p. 37-41.
- [20] H. BOUGAULT, *Initial Reports of the Deep-Sea Drilling Project*, Washington, U.S. Government Printing Office, 37, 1977, p. 643-657.
- [21] J. FRANCHETEAU, T. JUTEAU et C. RANGIN, *Nature*, 281, 1979, p. 209-211.
- [22] H. BOUGAULT (en préparation).
- [23] S. S. SUN, R. W. NESBITT et A. Y. SHARASKIN, *Earth Planet. Sc. Lett.*, 44, 1979, p. 119-138.
- [24] D. A. WOOD, J. TARNEY, J. VARET, A. D. SAUNDERS, H. BOUGAULT, J. L. JORON, M. TREUIL et J. CANN, *Earth Planet. Sc. Lett.*, 42, 1979, p. 77-97.
- [25] W. H. WHITE et J. G. SCHILLING, *Geochim. Cosmochim. Acta*, 42, 1978, p. 1501-1516.

H. B. : Centre océanologique de Bretagne,
B.P. n° 337, 29273 Brest cedex;

M. T. : Laboratoire de Géochimie comparée et systématique,
Tour 24-25, 4, place Jussieu, 75230 Paris cedex 05.