

GÉOLOGIE MARINE. — *Présence de pillow-lavas tholéiitiques dans le canyon Shamrock (marge continentale armoricaine); leur place dans l'histoire du golfe de Gascogne* [1]. Note (\*) de Léo Pastouret et René C. Maury, présentée par Jean Aubouin.

Des pillow-lavas basaltiques très altérés, associés à des sédiments d'âge Valanginien à Albien, ont été dragués, au cours de la campagne Cymor 1, dans le canyon Shamrock. Leur étude pétrologique montre qu'il s'agit de tholéiites de type Morb, ayant subi une altération par l'eau de mer, à basse température. La signification de cet épisode volcanique original est discutée. L'incertitude sur l'âge de mise en place de ces laves ne permet pas de préciser si elle a précédé la phase d'accrétion ou en a été contemporaine.

*MARINE GEOLOGY.* — Occurrence of Tholeiitic Pillow-Lavas in the Shamrock Canyon (Armorican Continental Margin). Their Place in the Geological Evolution of the Bay of Biscay.

*Lower Cretaceous pillow-lavas have been dredged in the Shamrock canyon about 3000 m depth during Cymor 1 cruise. Petrological compositions are those of a Morb type oceanic tholeiite altered by seawater weathering under low temperature conditions. These lavas are interbedded in a thick, alternating calcareous and marly hemipelagic sequence whose micropaleontological age varies from Valanginian to Albian. The incertitude concerning the age cannot allow us to precise if this original volcanic event preceded the accretionary phase that occurred in the Bay of Biscay in Aptian-Albian times or is contemporaneous with it.*

I. INTRODUCTION. — Dans le golfe de Gascogne, la période d'accrétion, création de croûte océanique, se situe au Crétacé entre 110 M.A. (anomalie magnétique J, Aptien) et 85-90 M.A. (anomalie 34, Turonien/Coniacien); elle est terminée au Campanien (76 M.A.) puisque l'anomalie magnétique 33 n'est pas affectée par l'ouverture du golfe ([2] à [4]). L'évolution géodynamique de la marge continentale armoricaine, bordure NE du golfe de Gascogne, est intimement liée à l'évolution générale de l'océan nord-Atlantique; comme le bâti européen qu'elle limite, elle a été affectée par les principales phases de structuration qui se sont succédées depuis le début du Secondaire. Elle est caractérisée par l'existence d'une couverture sédimentaire épaisse, d'âge tertiaire et crétacé, recouvrant le plus souvent en discordance des blocs continentaux coiffés de Jurassique supérieur ([5], [6]).

L'examen des profils de sismique réflexion réalisés sur l'ensemble de la marge septentrionale du golfe de Gascogne met en évidence la présence de masses interstratifiées ou stratiformes dans les horizons qui sont attribués au Crétacé inférieur. La nature de ces unités n'est pas clairement établie et prête à discussion puisque certaines sont assimilées à des passées volcaniques, d'autres à des structures sédimentaires ou enfin à des édifices récifaux [7]. Or, des prélèvements réalisés par dragage dans le canyon Shamrock ont permis d'échantillonner des pillow-lavas basaltiques. Le but de cette Note est de décrire leurs caractéristiques et de discuter leur signification géodynamique.

II. GISEMENT ET AGE. — Au cours de la campagne Cymor 1 (août-septembre 1980) dont le but principal était la reconnaissance des principales unités lithostratigraphiques dans le secteur Shamrock-Meriadzek, des pillow lavas ont été prélevés par dragage (DR 13; fig. 1 et 2) à la confluence du canyon principal et d'un tributaire important, entre 3 200 et 2 800 m de profondeur (47° 44' N, 8° 35' W). Dans ce secteur affleure le Néocomien à faciès marneux (DR 03, fig. 2). Les échantillons volcaniques se présentent sous deux aspects principaux :

- des blocs arrondis de 20 sur 30 cm environ, de couleur brune, encroûtés de manganèse. Ils sont constitués d'éléments de basalte réunis par un ciment bréchiqque;
- des masses brunes à rouilles présentant localement des surfaces arrondies recouvertes de placages noirâtres et un débit prismatique grossier perpendiculaire à ces surfaces. Ces échantillons qui montrent des traces d'arrachement sont considérés comme prélevés en place et représentant des fragments de pillow-lavas enrobés dans le sédiment.

Ce matériel volcanique étant extrêmement altéré, aucune datation radiométrique n'est envisageable. Lors du dragage, plusieurs lithofaciès de calcaires marneux ou marnes ont été échantillonnés; les âges micropaléontologiques obtenus sont Crétacé inférieur et varient du Valanginien au Barrémien (tableau I). Les marnes de couleur brune à noire associées aux pillow-lavas contiennent une microfaune assez riche en Epistomines caractéristiques de l'Albien [8]. Les roches volcaniques étudiées ont donc été émises au cours du Crétacé inférieur et selon toute vraisemblance entre le Néocomien et l'Albien.

III. PÉTROLOGIE ET MINÉRALOGIE. — *Aspect microscopique.* — L'échantillon le moins altéré, prélevé au cœur d'un fragment de pillow, a une texture très vacuolaire. Ses phénocristaux (15 % environ) sont essentiellement des olivines automorphes millimétriques, complètement pseudomorphosées par de la calcite mais ayant cependant conservé, en inclusions, de nombreux octaèdres intacts de spinelle. On rencontre également quelques cristaux plus petits (100 à 200  $\mu\text{m}$ ) de pyroxènes remplacés par des minéraux argileux vert clair, et de plagioclases intacts ou partiellement transformés en feldspath potassique de type adulaire. La mésostase est constituée d'un assemblage de microlites plagioclasiques (10 à 50  $\mu\text{m}$ ), squelettiques, dont les cavités centrales sont habituellement remplies de feldspath potassique, et de palagonite fibreuse, jaune à brunâtre, au sein de laquelle abondent de minuscules octaèdres de magnétite; on y rencontre également de très rares microlites de clinopyroxène non transformé. Cette mésostase est criblée de petites vésicules (environ 100  $\mu\text{m}$  de diamètre) de céladonite vert foncé. Les zones les plus vacuolaires sont faites de palagonite fibreuse, creusée de grandes cavités de forme irrégulière occupées par de la calcite, et de nombreuses vésicules plus petites remplies de céladonite. L'ensemble des caractères microscopiques de cette roche rappelle irrésistiblement la séquence d'altération potassique de basse température des tholéiites océaniques forées au site 417, leg 51 du Glomar Challenger ([11], [12]).

*Minéralogie* (tableau II). — Les spinelles inclus dans les phénocristaux d'olivine sont de type spinelle chromifère, minéral courant des basaltes des fonds océaniques [13]. Les clinopyroxènes calciques de la mésostase se placent à la limite des champs de l'augite et de la salite ( $\text{Ca}_{44,1-46,8}$ ;  $\text{Mg}_{57,2-40,9}$ ;  $\text{Fe} + \text{Mn}_{14,6-16,7}$ ); ils se caractérisent par des teneurs en alumine élevées, comme la plupart des pyroxènes ayant subi un effet de trempe. Au total, leur composition est d'un type couramment rencontré dans les basaltes océaniques [14]. Les plagioclases sont du Labrador, dont la composition,  $\text{An}_{5,6}$  pour les cœurs des phénocristaux, varie de  $\text{An}_{63,5}$  à  $\text{An}_{5,2}$  pour les microlites. Leur pauvreté en potassium et la présence de magnésium en quantité non négligeable apparaissent symptomatiques de plagioclases

#### EXPLICATION DES PLANCHES

##### Planche I

Fig. 1. — Carte bathymétrique du golfe de Gascogne d'après Laughton et coll. [9]; profondeur de brasses.

Fig. 1. — *Bathymetric chart of the Bay of Biscay after Laughton et al. [9]; depth in fathoms.*

Fig. 2. — Carte bathymétrique du canyon Shamrock [10] montrant l'emplacement des dragages DR 03 et DR 13. L'équidistance des courbes de niveaux est de 20 m. Interprétation géologique : en blanc, vase récente et actuelle, en pointillé affleurement de craie d'âge Tertiaire, en tiretés affleurements de marnes et calcaires marneux d'âge Néocomien à Albien.

Fig. 2. — *Bathymetric chart (Sea-Beam System) [10] of the investigated area of the Shamrock canyon. Depth in meters, equidistance 20 m. Location of DR 03 and DR 13 dredged hauls. Geological interpretation: white, recent sediments; dotted, Cenozoic chalks; dashed, Neocomian to Albian marls and calcareous marls.*

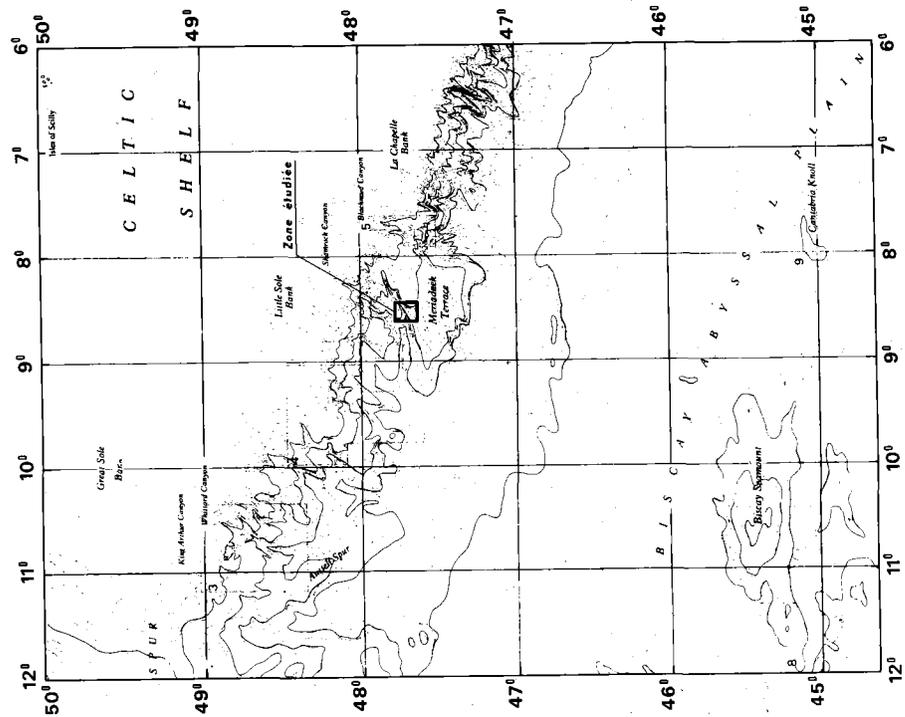
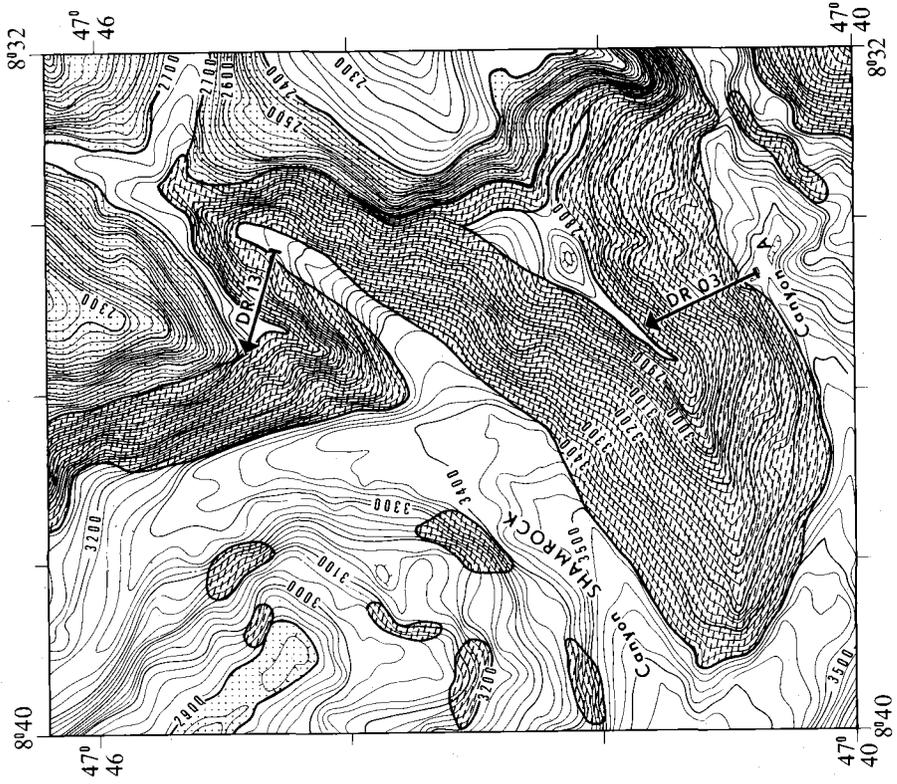


TABLEAU I  
Cymor 1. Dragage DR 13. (Déterminations J. Sigal.)

Ech.	Lithologie	% CaCO <sub>3</sub>	Microfaune	Age
2. ....	Marne brune à noire	-	{ <i>Epistomina cretosa</i> , <i>E. cf. colomi</i> , <i>E. chapmani</i> , <i>Pleurostomella subnodosa</i> .	Albien
6. ....	Marne bleu-vert	56	{ <i>Marginulina sigali</i> , <i>M. djaffaensis</i> , <i>Hedbergella kugleri</i> , <i>Citharinella laevis</i> .	Barremien Hauterivien sup.
7. ....	Calcaire marneux gris	60	{ <i>Hedbergella gr. planispira</i> , <i>H. cf. aptica</i> , <i>Gavelinella cf. sigmoicosta</i> , <i>Lingulina nodosaria</i> .	Barremien Hauterivien sup.
8. ....	Calcaire marneux beige	62	{ <i>Epistomina caracolla</i> , <i>Lenticulina ouachensis</i> , <i>Lenticulina eichenbergi</i> .	Valanginien
9. ....	Marne ocre	54	{ <i>Gavelinella sigmoicosta</i> , <i>Conorotalites gr. bartensteini</i> , <i>Marginulina djaffaensis</i> .	Barremien Hauterivien

TABLEAU II

Analyses moyennes des minéraux du basalte de Shamrock.

Analyse microsonde Ouest, Brest (Camebax, conditions de travail 15 kV, 10-12 nA, temps de comptage 6 s). m, moyenne (entre parenthèse : nombre d'analyses utilisées); σ, écart-type; fer total en FeO pour salite, céladonite et palagonite, en Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> pour les feldspaths; réparti stoechiométriquement pour le spinelle.

Mean analyses of Shamrock basalt minerals.

Microprobe analyses (Microsonde Brest Camebax type; working conditions 15 kV, 10-12 nA, counting time 6 s). m, mean (number of analyses used); σ, standard deviation; total Iron as FeO salite, celadonite, and palagonite; as Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> for feldspars; distributed by stoichiometry for spinel.

	Spinelle chromifère		Salite		Labrador		Orthoclase		Celadonite		Palagonite	
	m (10)	σ	m (10)	σ	m (20)	σ	m (10)	σ	m (10)	σ	m (9)	σ
SiO <sub>2</sub> . . . . .	0,07	0,06	46,38	0,84	53,05	0,84	63,81	0,76	53,53	1,81	47,03	2,28
TiO <sub>2</sub> . . . . .	2,60	0,45	2,66	0,38	0,11	0,08	0,01	0,01	0,45	0,08	0,26	0,08
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	24,48	1,53	7,87	0,70	29,28	0,71	18,51	0,25	7,75	0,43	11,77	0,89
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	26,54	0,80	0,08	0,04	0,02	0,04	0,03	0,04	0,01	0,02	0,02	0,04
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	14,32	1,66	-	-	0,88	0,19	0,07	0,07	-	-	-	-
FeO . . . . .	20,60	0,74	8,86	0,40	-	-	-	-	12,22	0,51	10,74	1,19
MnO . . . . .	0,22	0,12	0,12	0,08	0,02	0,03	0,04	0,05	0,02	0,03	0,02	0,04
MgO . . . . .	11,33	0,30	12,62	0,57	0,17	0,04	0,00	0,00	6,72	0,42	6,00	0,77
CaO . . . . .	0,53	0,45	20,30	0,26	11,88	0,62	0,05	0,07	0,20	0,12	1,43	1,01
Na <sub>2</sub> O . . . . .	0,01	0,01	0,46	0,08	4,39	0,44	0,21	0,10	0,08	0,05	0,39	0,48
K <sub>2</sub> O . . . . .	0,02	0,03	0,02	0,02	0,31	0,15	17,74	0,50	9,52	0,26	3,89	0,57
TOTAL	100,72		99,37		100,11		100,47		90,50		81,55	

TABLEAU III

Analyse chimique du basalte de Shamrock

a, échantillon brut; b, après attaque modérée HCl. Analyses par absorption atomique, J. Cotten, Brest, 1981. Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>\* : fer total en Fe<sub>3</sub>O<sub>3</sub>.

Chemical analyses of Shamrock basalt.

a, bulk sample; b, after light HCl attack. Atomic absorption analyses, J. Cotten, Brest 1981. Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>\* : total Iron as Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

% oxydes	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Perte au feu	H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	TOTAL
a. ....	36,50	1,53	12,60	7,90	0,09	2,87	17,30	2,53	2,90	0,30	12,62	3,56	100,70
b. ....	52,50	2,15	16,25	9,66	0,04	3,40	4,53	2,87	3,69	0,10	3,65	0,65	99,19
	Éléments en traces (10 <sup>-6</sup> )												
					Li	Rb	Sr	Ba	Cr	Ni			
a. ....					46	44	338	300 ± 50	350	202			
b. ....					32	61	406	350 ± 50	460	159			

## Planche II

## TABLEAUX

appartenant à des basaltes de type Morb [15]. Les feldspaths potassiques sont de l'orthoclase presque pur ( $Or_{98}$ ), ce qui suggère pour ces minéraux une cristallisation post-magmatique. La céladonite vert foncé des vésicules a une composition relativement constante, et très potassique. Enfin, la palagonite, qui est le constituant majeur de la roche, présente également un taux élevé de potassium, compatible avec une température d'altération faible [16].

*Composition chimique* (tableau III). – En raison de l'importante altération de l'échantillon, qui contient environ 30 % de calcite, il est impossible d'effectuer des comparaisons précises avec des basaltes frais. On constate cependant que l'échantillon traité par attaque acide présente des teneurs en  $SiO_2$ ,  $TiO_2$ , fer total, chrome et nickel, pleinement compatibles avec celles des tholéiites de type Morb;  $Al_2O_3$  et  $Na_2O$  paraissent également peu mobiles, alors que l'on constate, par rapport à ces basaltes, un net appauvrissement en calcium, magnésium et manganèse, et une très forte augmentation du potassium, du lithium, du rubidium, du strontium et du baryum. La similitude de telles variations avec le bilan de l'altération par l'eau de mer, à basse température, des basaltes du leg 51 ([17], [18]) est remarquable.

*En conclusion*, les caractères pétrographiques, minéralogiques et géochimiques du basalte de Shamrock sont ceux d'une tholéiite de type Morb ayant subi une altération par l'eau de mer, à basse température.

IV. DISCUSSION. – Les épisodes volcaniques mésozoïques sont en nombre limité dans les zones proches du golfe de Gascogne. Les dolérites tholéiitiques du Finistère [19], qui appartiennent au système filonien péri-atlantique, sont d'âge jurassique (195 à 180 M.A.) [20]. Dans le domaine pyrénéen on connaît au Trias un volcanisme tholéiitique (ophites), qui semble également de type péri-atlantique [21] et un magmatisme alcalin dans les Corbières [22]; le volcanisme d'âge albien à sénonien des Pyrénées Occidentales est également de nature alcaline [23], de même que le basalte sous-marin d'âge jurassique moyen décrit dans les gorges du Tarn [24]. Enfin les laves du canyon Shamrock sont très différentes des basaltes alcalins et des téphrites à leucite trouvés en galets sur les côtes bretonnes [25], dont l'origine reste énigmatique.

Le basalte de Shamrock pourrait représenter un témoin des premiers stades de fonctionnement de la dorsale du golfe de Gascogne. A l'appui de cette hypothèse on peut évoquer sa mise en place sous-marine, ses caractéristiques pétrologiques et géochimiques similaires à celles des tholéiites océaniques, et enfin la compatibilité chronologique existant entre les âges les plus récents de sa mise en place possible et le début de l'accrétion. Il convient cependant de souligner que :

- le substratum du canyon Shamrock est incontestablement de nature continentale;
- le site de prélèvement est éloigné d'une centaine de kilomètres de la limite des domaines continental et océanique typiques qui se situe à proximité du banc Trevelyan;
- les pillow-lavas analysés sont actuellement situés 2000 à 2500 m plus haut que le plancher océanique du golfe.

Il est très difficile, surtout à partir d'échantillons altérés, d'établir des distinctions pétrologiques et géochimiques entre les tholéiites de la croûte océanique et les tholéiites mises en place sur substratum continental, en bordure d'un domaine en voie d'océanisation (filons

de l'Ouest africain, du Piedmont, de la Nouvelle Angleterre, aux U.S.A., etc., tholéiites du Karoo, du bassin du Parana) [26]. La mise en place de telles tholéiites, si elle est généralement antérieure à la phase d'accrétion océanique [27], pourrait toutefois en être parfois synchrone [28]. La fourchette d'âge pour le basalte tholéiitique de Shamrock (Valanginien-Albien) est compatible avec ces deux possibilités.

Sur le plan géodynamique, la marge armoricaine a été affectée, à partir du Jurassique supérieur, par une grande phase de structuration avec création de grabens et de horsts qui s'est développée au Crétacé inférieur et en particulier au Néocomien et au Barrémien; la phase d'accrétion lui a succédé de l'Aptien-Albien au Campanien [2]. Le bassin Shamrock où ont été draguées les tholéiites étudiées est l'un des bassins subsidents que l'on trouve sur la marge nord-Gascogne; son remplissage sédimentaire, de type hémipélagique, est contemporain et postérieur à la phase de rifting [10].

*En conclusion*, les pillow-lavas de Shamrock se sont mis en place au Crétacé inférieur, sur la partie immergée de la marge armoricaine, dans un bassin subsident dont l'origine est à rapporter aux étapes initiales de la création du fossé du golfe de Gascogne.

L'incertitude sur l'âge de leur mise en place ne permet pas de préciser si celle-ci est antérieure ou contemporaine de la création de croûte océanique au niveau de la dorsale du golfe de Gascogne.

(\*) Remise le 11 janvier 1982.

- [1] Contribution n° 761 du Centre Océanologique de Bretagne.
- [2] J. L. OLIVET, *Thèse de Doctorat ès Sciences*, Université de Paris, 1978, 150 p.
- [3] L. MONTADERT, D. G. ROBERTS, O. DE CHARPAL et P. GUENNOG, in L. MONTADERT et D. G. ROBERTS et coll., éd., *Init. Rep. D.S.D.P.*, 48, Washington D. C., 1979, p. 1025-1060.
- [4] J. L. OLIVET et coll., 1981, Publication CNEXO (sous presse).
- [5] L. PASTOURET et G. A. AUFFRET, *Rev. I.F.P.*, 31, n° 3, 1976, p. 401-425.
- [6] L. MONTADERT et D. G. ROBERTS et coll., éd., *Init. Rep. D.S.D.P.*, 48, Washington, 1979, 1183 p.
- [7] D. G. MASSON et D. G. ROBERTS, *J. Geol. Soc. London*, 138, 1981, p. 437-443.
- [8] J. SIGAL, communication écrite.
- [9] A. S. LAUGHTON, D. G. ROBERTS et R. GRAVES, C 6568, *Hydrogr.*, Taunton, G.B., 1975.
- [10] Groupe Cymor, *Comptes rendus*, 292, série II, 1981, p. 741.
- [11] T. JUTEUN, Y. NOACK, P. WHITECHURCH in T. DONNALLY, J. FRANCHETEAU, W. BRYAN, P. ROBINSON, H. FLOWER et H. SALISBURY, éd., *Init. Rep. D.S.D.P.*, 51, 52, 53, Washington, 1980, p. 1273-1297.
- [12] C. MEVEL, in DONNALLY et coll., éd., *op. cit.*, 1980, p. 1299-1317.
- [13] H. SIGURDSSON et S. G. SCHILLING, *E.P.S.L.*, 29, 1976, p. 7-20.
- [14] R. C. MAURY, H. BOUGAULT, J. L. JORON, D. GIRARD, M. TREUIL, J. AZEMA et J. AUBOUIN, in J. AUBOUIN et R. VON HUENE et coll., éd., *Init. Rep. D.S.D.P.* 56 (sous presse).
- [15] J. W. HAWKINS JR, in M. TALWANI et W. C. PITMAN III, éd., *Island Arc Deep Sea Trenches and Back-Arc Basins*. Maurice Ewing, Series I (A.G.U.) 1980, p. 355-366.
- [16] Y. NOACK, *Bull. Mineral.*, 104, 1981, p. 36-46.
- [17] T. W. DONNALLY, G. THOMPSON et M. H. SALISBURY in T. DONNALLY et coll., éd., *op. cit.*, 1980, p. 1319-1330.
- [18] J. L. JORON, C. BOLLINGER, J. P. QUISEFIT, H. BOUGAULT et M. TREUIL, in T. DONNELLY et coll., éd., *op. cit.*, 1980, p. 1087-1098.
- [19] P. THONON, R. C. MAURY, L. CHAURIS et B. HALLEGOUET, 7<sup>e</sup> R.A.S.T., Lyon, 1979, p. 445.
- [20] F. LEUTUWEIN, J. SONET et J. L. ZIMMERMANN, *Comptes rendus*, 275, série D, 1972, p. 1327.
- [21] B. AZAMBRE, M. ROSSY et R. ELLOY, *B.S.G.F.*, 7, t. XXIII, 1981, p. 263-270.
- [22] B. AZAMBRE et M. ROSSY, *B.S.G.F.*, 7, t. XXIII, 1981, p. 253-262.
- [23] B. AZAMBRE et M. ROSSY, *B.S.G.F.*, 7, t. XVIII, 1976, p. 1725-1728.
- [24] J. C. BRAUBRON, B. DEFAUT, J. DEMANGE et R. C. MAURY, *Comptes rendus*, 287, série D, 1978, p. 225.
- [25] R. BROUSSE, J. DIDIER, M. JONIN et P. THONON, *C. R. Somm. Soc. Géol. Fr.*, n° 8, 1972, p. 24-25.
- [26] M. GIROD, in M. GIROD et BAILEY et coll., éd., *Les Roches Volcaniques : Pétrologie et cadre structural*, Doin, Paris, 1978, p. 166-192.
- [27] R. G. DIETZ et J. C. HOLDEN, *J.G.R.*, 75, 1970, p. 4939-4956.
- [28] F. J. VINE et H. H. HESS, in A. E. MAXWELL, éd., *The Sea*, Interscience, New York, 4, 1970, p. 587-622.

L. P. : Centre Océanologique de Bretagne, 29273 Brest Cedex  
et GIS 9 « Océanologie et Géodynamique »;

R. C. M. : Université de Bretagne Occidentale, 29283 Brest Cedex  
et GIS 9 « Océanologie et Géodynamique ».