

**PÉTROLOGIE.** — *Présence de basaltes porphyriques dans les zones de fracture de la dorsale Est-Pacifique.* Note (\*) de Jean-Philippe Eissen, Daniel Bideau et Thierry Juteau, présentée par Georges Millot.

Les basaltes dragués sur la dorsale Est-Pacifique sont généralement aphyriques. Les laves décrites ici sont porphyriques; elles proviennent de deux zones de fracture (Garret à 14°S et Quebrada à 4°S). Une telle exception est connue dans la zone de fracture Siqueros à 9°N. L'existence dans ce contexte de basaltes porphyriques est donc à discuter.

*The volcanics dredged from the East Pacific Rise are almost aphyric basalts. Here we describe phyrlic lavas collected from two fracture zones (Garret F.Z. at 14°S and Quebrada F.Z. at 4°S). An other exception is known in Siqueros F.Z. at 9°N. The occurrence of such phyrlic basalts associated with East Pacific fracture zones needs therefore to be discussed.*

Depuis la découverte en 1979 d'une activité hydrothermale à 21°N [1], la dorsale Est-Pacifique (D.E.P.) est le siège d'un regain d'intérêt. Elle a été échantillonnée sous toutes ses latitudes, en particulier durant les campagnes Geometep (printemps 1980) de la compagnie minière ouest-allemande Preussag, et Searise (de mai à juillet 1980) du CNEXO (fig. 1). La nature pétrographique des basaltes émis par cette dorsale commence à être bien connue. Il s'agit de basaltes tholéïques océaniques qui, malgré une certaine homogénéité, montrent une évolution géochimique et minéralogique ([2], [3]) (Jean-Philippe Eissen étude en cours). On relève également la présence de ferro-basaltes, vers 9°N ([4], [5]).



Fig. 1. — Carte de localisation des prélèvements : ○, zone Rita; □, campagne Searise; △, campagne Geometep et ●, drague décrite par [6].

Tous les prélèvements effectués pendant les campagnes Searise et Geometep (échantillons fournis par le Dr Bäcker) dans l'axe de cette dorsale, ont fourni des laves totalement aphyriques. Ces laves proviennent (fig. 1) de régions situées au sud de la zone de fracture Rivera. C'est à partir de cette grande fracture que cette dorsale atteint une vitesse moyenne d'expansion de 10 cm/an, et cette vitesse n'ira qu'en augmentant plus au Sud, jusqu'à dépasser 17 cm/an vers 20°S [2]. Il nous semble donc que l'émission de basaltes aphyriques soit caractéristique de cette dorsale « rapide ».

Cependant, les dragues SO12 88 et SO12 225 effectuées pendant la campagne Geometep respectivement sur les zones de fracture Garret et Quebrada (fig. 1), ont fourni des basaltes très porphyriques. Ce sont ces deux exceptions que nous nous proposons d'étudier ici.

**I. DESCRIPTION PETROGRAPHIQUE DES BASALTES PORPHYRIQUES.** — 1. *Zone de fracture Garret (D.E.P. 14°S).* — Ces laves se présentent généralement sous la forme de laves en coussins, et

sont peu altérées. Leur composition modale (tableau I) est celle de basaltes picritiques contenant plus de 10 % de mégacristsaux xénomorphes d'olivine ( $Fo=89$  à  $91$ ), de rares mégacristsaux de plagioclase ( $An=78$  à  $88$ ) également xénomorphes et des spinelles subautomorphes ( $Cr/Cr+Al=0,35$  à  $0,42$ ). Ces minéraux sont de grande taille : olivine  $>2$  mm, plagioclase  $>1$  mm, spinelle  $>0,3$  mm. Les microphénocristsaux sont quasiment absents. L'échantillon SO1288-1 présente à l'échelle macroscopique une accumulation progressive des cristsaux d'olivine, ainsi qu'un enrichissement en spinelles lorsqu'on s'éloigne de la bordure vitreuse (tableau I et *fig. a*).

2. *Zone de fracture Quebrada (D.E.P. 4°S)*. — Ces laves sont également remarquablement fraîches et présentent de belles bordures vitreuses. Leur composition modale (tableau I) correspond à celle de basaltes porphyriques : 10 % de phénocristsaux de plagioclase ( $An=70$  à  $88$ ), une dizaine de pour cent de cristsaux d'olivine ( $Fo=89$  à  $91$ ) et quelques spinelles ( $Cr/Cr+Al=0,35$  ou  $0,45$ ). L'échantillon SO12225-1 contient, en plus, de rares mégacristsaux de clinopyroxène ( $En=57$ ,  $Wo=35$ ,  $Fs=8$ , *fig. c*) et d'orthopyroxène ( $En=80$ ,  $Wo=5$ ,  $Fs=15$ ). Les mégacristsaux d'olivine et d'orthopyroxène sont xénomorphes, montrant ainsi leur déséquilibre avec la mésostase. Par contre, les spinelles associés aux olivines les plus magnésiennes (*fig. b*) et tous les autres phénocristsaux sont automorphes à sub-automorphes.

Des basaltes porphyriques ont également été dragués dans la zone de fracture Siquieros (D.E.P. 9°N, *fig. 1*) [6]. Il s'agit de basaltes picritiques enrichis en mégacristsaux d'olivine et en spinelle (tableau I) par accumulation au plancher d'une chambre magmatique superficielle [6].

II. DONNÉES GÉOCHIMIQUES. — 1. *Analyses chimiques des roches totales et des verres*. — Les résultats de ces analyses sont présentés dans le tableau II. Les verres des bordures sont homogènes et représentatifs de basaltes tholéitiques « classiques ». Cependant, leur teneur

#### EXPLICATION DES PLANCHES

##### Planche I

Légende : pl, plagioclase; ol, olivine; cpx, clinopyroxène; sp, spinelle; i, inclusion vitreuse; mv, mésostase vitreuse; md, mésostase dévitrifiée.

*Fig. a*. — Aspect en section de l'échantillon de basalte picritique SO1288-1 (zone de fracture Garret, D.E.P. 14°S). Echelle = 2 cm. On observe une accumulation des cristsaux d'olivine vers le centre du coussin de lave à laquelle on peut donner deux explications : soit une décantation gravitative des cristsaux qui sont plus denses que la mésostase, au fur et à mesure du refroidissement de cette lave; soit une sélection dynamique des gros cristsaux d'olivine dans un tube de lave encore fluide dont les parois ont été trempées au contact de l'eau de mer (par analogie à une sélection semblable décrite dans des filons dont le centre peut être enrichi en phénocristsaux par rapport aux éponges qui en sont dépourvues [11]).

*Fig. b*. — Mégacrystal d'olivine ( $Fo=91$ ) associé avec des cristsaux automorphes de spinelle. Échantillon SO12225-1 (zone de fracture Quebrada, D.E.P. 4°S). Echelle = 0,5 cm.

*Fig. c*. — Mégacrystal de clinopyroxène ( $En=57$ ) englobant des cristsaux de plagioclase ( $An \sim 80$  à  $85$ ). Échantillon SO12225-1. Echelle = 0,5 cm.

*Fig. d*. — Inclusions vitreuses dans des cristsaux d'olivine et de spinelle. Échantillon SO1288-1. Echelle = 200  $\mu$ m.

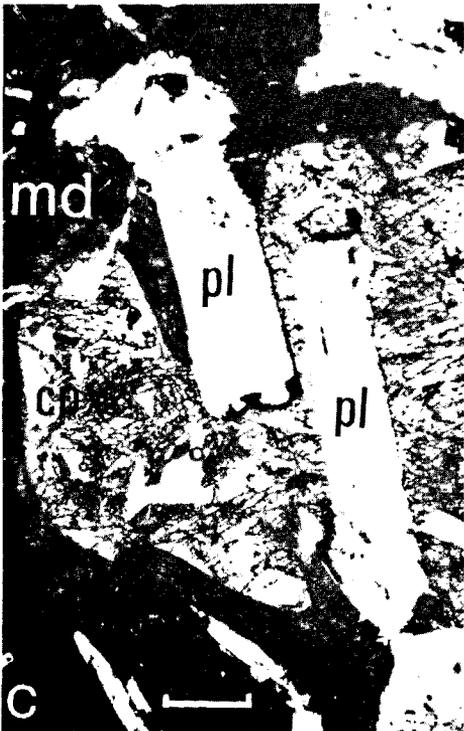
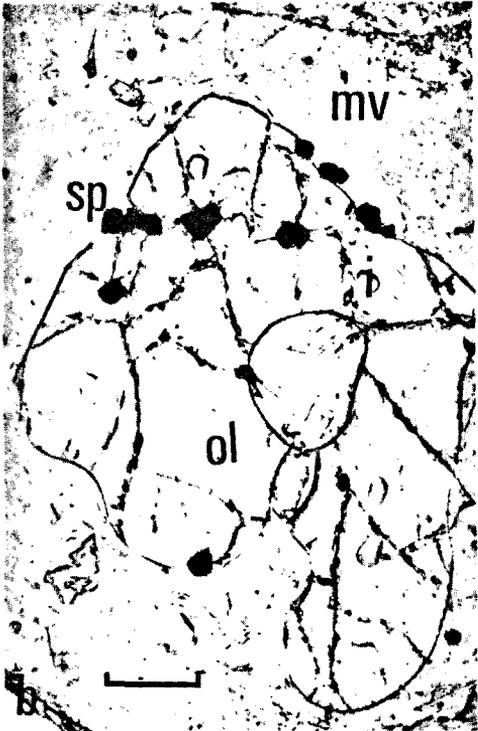


TABLEAU I

Analyses modales (%) des échantillons décrits (t = trace).

| N° de l'échantillon   | 88-1 centre | 88-1 bord | 88-D1 | 88-D2 | 225-1 | 225-2 | 225-D1 | SD-7A                           | SD-7B | SD-7C |
|-----------------------|-------------|-----------|-------|-------|-------|-------|--------|---------------------------------|-------|-------|
| Olivine.....          | 33          | 12        | 13    | 4     | 4     | 8     | 6      | 25                              | 20    | 15    |
| Plagioclase.....      | 1           | 2         | 1     | 2     | 12    | 11    | 10     | 0                               | 1     | 15    |
| Clinopyroxène.....    | 0           | 0         | 0     | 0     | 1     | t     | t      | 0                               | 0     | 0     |
| Orthopyroxène.....    | 0           | 0         | 0     | 0     | 1     | 0     | 0      | 1                               | 0     | 0     |
| Spinnelle.....        | 1           | t         | t     | t     | t     | t     | t      | 2                               | 1     | 1     |
| Mésostase.....        | 65          | 86        | 86    | 94    | 82    | 81    | 94     | D'après Schrader et coll., 1979 |       |       |
| Nombre de points..... | 3 185       | 2 962     | 3 650 | 2 166 | 4 226 | 3 516 | 3 486  |                                 |       |       |

TABLEAU II

Analyses chimiques des échantillons. Les analyses de verre ont été faites à la microsonde Camebax de Brest ou de Nancy (moyenne de au moins trois analyses). Les analyses de roche totale ont été faites par absorption atomique (Centre de Sédimentologie et de Géochimie de la Surface, Strasbourg).

| N° de l'échantillon                  | SO12 88-1    | SO12 91-1 | SO12 225-1 | SO12 88-1                 | SO12 88-D1 | SO12 88-D2 | SO12 225-1 | SO12 225-D1 | SO12 88-1                | SO12 88-1 | SO12 88-D1 | SO12 225-1 |
|--------------------------------------|--------------|-----------|------------|---------------------------|------------|------------|------------|-------------|--------------------------|-----------|------------|------------|
| Nature de l'analyse                  | Roche Totale |           |            | Verre trempé des bordures |            |            |            |             | un spinelle des olivines |           |            |            |
| SiO <sub>2</sub> .....               | 46,9         | 49,6      | 50,0       | 49,67                     | 49,65      | 49,88      | 51,21      | 51,45       | 51,32                    | 50,82     | 49,07      | 50,59      |
| TiO <sub>2</sub> .....               | 1,13         | 1,45      | 1,03       | 1,36                      | 1,23       | 1,42       | 1,19       | 1,15        | 0,74                     | 1,02      | 1,00       | 0,92       |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ..... | 12,6         | 15,1      | 15,3       | 15,43                     | 16,43      | 15,80      | 15,42      | 15,56       | 17,82                    | 16,99     | 18,17      | 16,82      |
| FeO* (*).....                        | 10,3         | 10,9      | 8,6        | 9,81                      | 9,00       | 9,37       | 8,86       | 8,26        | 6,84                     | 7,32      | 7,40       | 8,50       |
| FeO.....                             | 8,9          | 9,8       | 7,4        | 8,30                      | 7,61       | 7,93       | 7,50       | 6,99        | 5,79                     | 6,19      | 6,26       | 7,19       |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ..... | 1,4          | 1,4       | 1,2        | 1,37                      | 1,26       | 1,31       | 1,24       | 1,16        | 0,96                     | 1,02      | 1,04       | 1,19       |
| MnO.....                             | 0,18         | 0,19      | 0,16       | 0,22                      | 0,13       | 0,20       | 0,28       | 0,04        | 0,02                     | 0,06      | 0,04       | 0,11       |
| MgO.....                             | 16,4         | 8,3       | 10,4       | 8,41                      | 8,33       | 8,66       | 8,42       | 8,38        | 8,23                     | 7,94      | 6,70       | 8,17       |
| CaO.....                             | 10,3         | 12,0      | 12,2       | 11,48                     | 11,46      | 11,24      | 11,44      | 12,12       | 11,91                    | 13,13     | 14,08      | 11,94      |
| Na <sub>2</sub> O.....               | 2,00         | 2,74      | 2,13       | 2,41                      | 2,76       | 2,44       | 2,42       | 2,54        | 2,31                     | 2,19      | 2,72       | 2,55       |
| K <sub>2</sub> O.....                | 0,20         | 0,20      | 0,05       | 0,06                      | 0,12       | 0,04       | 0,03       | 0,04        | 0,04                     | 0,00      | 0,00       | 0,03       |
| Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ..... | -            | -         | -          | 0,00                      | 0,00       | 0,04       | 0,05       | 0,05        | 0,18                     | 0,00      | 0,05       | 0,06       |
| NiO.....                             | -            | -         | -          | 0,02                      | 0,07       | 0,08       | 0,12       | 0,02        | -                        | 0,00      | 0,00       | 0,00       |
| ZnO.....                             | -            | -         | -          | 0,00                      | -          | -          | 0,02       | -           | -                        | 0,04      | 0,00       | 0,00       |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> .....  | 0,12         | 0,15      | 0,11       | 0,14                      | 0,13       | 0,15       | 0,06       | 0,12        | 0,08                     | 0,11      | 0,11       | 0,10       |
| TOTAL.....                           | 100,01       | 100,53    | 99,08      | 99,01                     | 99,31      | 99,32      | 99,52      | 99,73       | 99,41                    | 99,51     | 99,24      | 99,66      |
| FeO*/MgO.....                        | 0,63         | 1,31      | 0,82       | 1,17                      | 1,08       | 1,08       | 1,21       | 0,99        | 0,83                     | 0,92      | 1,10       | 1,04       |

(\*) Tout le fer est dosé comme FeO (pour les analyses de roche totale, nous avons transformé le fer total dosé sous forme Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> en FeO\*).

\* = calculé; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 0,14 FeO\*, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = 0,105 TiO<sub>2</sub> pour les basaltes tholéitiques océaniques peu altérés d'après [2].

en  $\text{TiO}_2$  et leur rapport  $\text{FeO}^*/\text{MgO}$  sont faibles en comparaison des valeurs attendues à ces latitudes [2]. En revanche, les roches totales apparaissent très « primitives », avec des teneurs élevées en  $\text{MgO}$  (l'échantillon SO12 88-1 atteint 16 %). Mais, si par le calcul, on incorpore 20 % (teneur moyenne de cet échantillon) d'olivine  $F_0 = 90$ , au verre de sa bordure vitreuse (dont la composition peut schématiquement être considérée comme représentative du magma), on obtient la composition suivante :  $\text{SiO}_2 = 48,0$ ;  $\text{TiO}_2 = 1,1$ ;  $\text{Al}_2\text{O}_3 = 12,3$ ;  $\text{FeO}^* = 9,8$ ;  $\text{MnO} = 0,2$ ;  $\text{MgO} = 16,5$ ;  $\text{CaO} = 9,2$ ;  $\text{Na}_2\text{O} = 1,9$ . Malgré cette simplification, on voit qu'on approche de très près la composition de la roche totale (tableau II). Le chimisme « primitif » de ces laves pourrait n'être dû qu'à une accumulation d'olivine dans une partie du réservoir magmatique ou au cours de la remontée du magma.

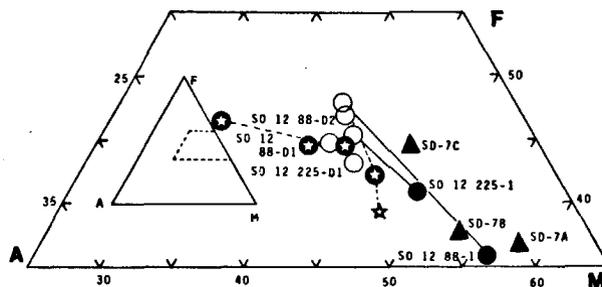


Fig. 2. — Diagramme A.F.M. (calculé à partir des analyses du tableau II). ○, verre des bordures vitreuses. Roche totale; ●, échantillons Geometep; ▲, échantillons de [6]. Inclusions vitreuses dans : ●, les olivines; ☆, les spinelles. Pour la discussion voir le texte.

Ces données reportées dans un diagramme A.F.M. (fig. 2) sont comparées à celles des basaltes de la zone de fracture Siquieros [6]. Les compositions des roches totales sont semblables, et comme leur minéralogie est aussi comparable, on peut supposer que leur histoire magmatique est similaire.

2. *Analyses chimiques des inclusions vitreuses.* — Si l'on analyse les inclusions de verre piégées dans les minéraux (fig. d), on peut faire les observations suivantes :

— Certaines des inclusions des olivines ont évolué après leur piégeage par cristallisation d'olivine au dépens du verre [7]. D'où une perte en  $\text{MgO}$  et un enrichissement en  $\text{Na}_2\text{O}$  qui est particulièrement net dans l'échantillon SO12 88-D1 (tableau II et fig. 2);

— à l'inverse, dans l'échantillon SO12 88-1, s'observe une évolution sensible, depuis les inclusions piégées dans les spinelles jusqu'au verre de la bordure externe, en passant par celui piégé dans les olivines. Malgré une légère évolution après piégeage, le liquide le plus primitif observé dans cet échantillon est celui qui est contenu dans les inclusions des spinelles.

3. *Calcul de géothermomètres.* — Les températures calculées sur l'équilibre olivine-spinelle [8] sont soit de l'ordre de  $1300^\circ\text{C}$ , soit de l'ordre de  $1650^\circ\text{C}$ . Une des deux générations de spinelles a cristallisé à l'équilibre avec les olivines les plus magnésiennes, l'autre est probablement plus précoce.

La température d'extrusion de ces laves calculée sur l'équilibre microlites d'olivine-verre de la mésostase [9] donne un résultat de l'ordre de  $1200^\circ\text{C}$ , qui est comparable aux températures déjà rencontrées pour des basaltes océaniques [3].

III. DISCUSSION. — 1. Certains basaltes dragués sur trois zones de fracture de la dorsale est-pacifique présentent un enrichissement en phénocristaux qui sont essentiellement des olivines et des spinelles. On relève également la présence de basaltes aphryriques dans la zone

de fracture Garret (SO1291). Le chimisme de leur roche totale (tableau II) est semblable à celui de la mésostase de l'échantillon SO1288-1. Ces basaltes ont pu dériver d'une même source plus primitive, le magma ayant cristallisé au maximum 10 % d'olivine, ces cristaux se sont accumulés dans une partie d'une chambre magmatique superficielle. L'émission de laves aphyriques appauvries en cristaux et de laves porphyriques enrichies en ces mêmes cristaux est alors simultanément possible.

2. L'ordre probable de cristallisation des minéraux est le suivant : spinelle I (Cr/Cr + Al ~ 0,45), olivine I (Fo ~ 91) + spinelle II (Cr/Cr + Al ~ 0,35; température ~ 1300°C) ± orthopyroxène (En = 80), olivine II (Fo ~ 90) + plagioclase I (An ~ 80 à 85) ± clinopyroxène (En = 57), olivine III (Fo ~ 89) + plagioclase II (An ~ 75 à 80).

3. Tant par leur chimisme que par leur minéralogie, les basaltes présentés ici diffèrent profondément de ceux que l'on rencontre habituellement dans l'axe de cette dorsale et qui sont aphyriques. Ils ressemblent plus aux laves décrites sur la dorsale médio-atlantique [10]. Il nous semble que ces basaltes porphyriques émis aux niveaux de zones de fracture de la dorsale Est-Pacifique ne sont pas représentatifs de cette dorsale à vitesse moyenne d'expansion > 10 cm/an. Par conséquent, on peut raisonnablement supposer que la proximité d'une zone de fracture modifie suffisamment la géométrie et le régime du réservoir magmatique voisin pour permettre la genèse de ces basaltes. Dans ce cas, la représentativité des gabbros et des ultramafites qu'on rencontre aussi dans ces zones et qui forment des niveaux plus profonds de cette croûte océanique, doit également être discutée.

IV. CONCLUSION. — La présence, sur la dorsale Est-Pacifique, de basaltes porphyriques associés à trois zones de fracture, alors que dans l'axe de cette dorsale ne sont prélevées que des laves aphyriques, nous montre que le régime des chambres magmatiques superficielles est profondément modifié, au moins localement, par ces grands accidents. Ces laves ressemblent plus à celles émises par une dorsale lente comme la dorsale médio-atlantique, qu'à celles prélevées dans l'axe de la dorsale Est-Pacifique. Seule la présence d'orthopyroxènes dans deux des zones de fracture étudiées jusqu'ici, plaide en faveur d'une genèse plus profonde.

Contribution n° 739 du département scientifique du Centre Océanologique de Bretagne.

(\*) Remise le 15 juin 1981.

- [1] Rise Project Group, *Sciences*, 207, 1980, p. 1421-1433.
- [2] J. M. MOREL et R. HEKINIAN, *Contrib. Mineral. Petrol.*, 72, 1980, p. 425-436.
- [3] T. JUTEAU, J. P. EISSEN et l'Équipe CYAMEX, *Oceanologica Acta*, 3, 1980, p. 487-503.
- [4] B. R. ROSENDAHL, R. HEKINIAN et coll., in *Rep. of the D.S.D.P.*, 54, 1980.
- [5] D. A. CLAGUE et T. E. BUNCH, *J. Geophys. Res.*, 81, 1977, p. 4247-4256.
- [6] E. L. SCHRADER, B. R. ROSENDAHL et W. J. FURBISH, *Oceanol. Acta*, 2, 1979, p. 339-347.
- [7] R. CLOCCHIATTI, *Comptes rendus*, 285, série D, 1977, p. 1155.
- [8] E. D. JACKSON, *Econ. Geol. Mon.*, 4, 1969, p. 41-71.
- [9] P. L. RØEDER et R. F. EMSLIE, *Contrib. Mineral. Petrol.*, 9, 1979, p. 275-289.
- [10] ARCYANA, *Deep Sea Res.*, 24, 1977, p. 565-589.
- [11] T. N. IRVINE, *Amer. J. Sc.*, 280, 1980, p. 1-58.

J. P. E. et T. J. : *Laboratoire de Minéralogie et Pétrographie*,  
1, rue Blessig, 67084 Strasbourg Cedex;

D. B. : *Centre Océanologique de Bretagne*,  
B.P. n° 337, 29273 Brest Cedex.