

GÉOCHIMIE. — *Les différentes formes de fractionnement potassium-rubidium dans les granitoïdes et les gneiss.* Note (*) de MM. Claude Dupuy et Jean-Michel Bertrand, présentée par M. Marcel Roubault.

A l'exception des gneiss du faciès granulite qui forment un cas bien particulier, il n'y a guère de différence entre les directions de fractionnement observées dans les granitoïdes et dans les gneiss du faciès amphibolite sinon une dispersion plus grande des teneurs dans ces derniers. Cette dispersion peut être due soit aux processus métamorphiques eux-mêmes, soit à l'origine (sédimentaire dans beaucoup de cas) de ces roches.

1. INTRODUCTION. — Pour des raisons géochimiques et pétrogénétiques évidentes, le couple d'éléments isomorphes potassium-rubidium a fait l'objet de nombreuses publications et l'abondance des données a favorisé les travaux de synthèse [(¹) à (⁴)]. Ces travaux traitent de la répartition des deux alcalins dans les différentes catégories de roches et abordent le problème de leur fractionnement soit à l'échelle de la lithosphère, soit à l'échelle des séries alcalines, tholéitiques ou calco-alcalines.

En utilisant les données présentées par plusieurs auteurs, nous nous proposons de comparer ce fractionnement dans les granitoïdes et dans les gneiss à une échelle plus restreinte : *celle des massifs*. Pour cela, les données sont reportées massif par massif sur des diagrammes à coordonnées rectangulaires K/Rb-K (plus de quarante cas ont été étudiés). Les différentes formes de fractionnement sont résumées sur les figures 1 à 3 et discutées dans le texte.

Le terme de « granitoïdes » désigne les granodiorites, adamellites, granites à l'exception des granites hyperalcalins qui posent des problèmes particuliers. Les gneiss pris en considération ont des teneurs en SiO₂ égales ou supérieures à 65 % et sont situés dans le champ des granitoïdes sur le graphique triangulaire Q-Ab-Or. Ils sont subdivisés en deux groupes selon qu'ils appartiennent au faciès granulite ou au faciès amphibolite ; le dernier groupe englobant également les migmatites et les gneiss migmatisés.

2. DANS LES GRANITOÏDES [(⁵) à (¹²), etc.] les variations de K/Rb en fonction de K peuvent prendre trois aspects différents : lorsque les teneurs en potassium augmentent, le rapport K/Rb décroît, reste constant ou croît.

— La diminution du rapport K/Rb (*fig. 1 a*) se rencontre dans les massifs où le processus pétrogénétique envisagé est soit la cristallisation fractionnée, soit la fusion partielle (référence aux auteurs). L'évolution dessinée par la figure s'accorde d'ailleurs pleinement avec les calculs théoriques de fractionnement correspondant à chacun de ces 2 processus sans toutefois pouvoir les dissocier (¹³) car les coefficients de partage (minéral/liquide) sont encore mal connus, au cours du phénomène de fusion.

— Pour le deuxième modèle (*fig. 1 b*), d'autres phénomènes doivent intervenir en plus. Lorsque K/Rb reste constant, nous avons pu vérifier que les massifs de granitoïdes se caractérisent toujours par de faibles valeurs de ce rapport (≤ 150) et par un enrichissement en Rb. Cet enrichissement étant très souvent associé à une circulation de fluide [(³), (⁴), etc.], il est très probable que la constance de K/Rb

en fonction de K résulte d'une redistribution des alcalins au cours d'une phase tardi-magmatique. L'influence de cette phase tardive contribuerait donc à modifier les relations $K/Rb-K$ imposées au cours d'un stade initial, soit par la cristallisation fractionnée, soit par la fusion partielle. Cette modification se conçoit aisément si l'on admet comme Beus (3) que la répartition du potassium et celle du rubidium sont régies par des facteurs différents en milieu magmatique et tardi-magmatique.

— L'augmentation du rapport K/Rb (fig. 1 c) est limitée à des granites particuliers : celui représenté sur la figure est, selon Beus (3), un granite « microclinisé » : transformation partielle du plagioclase en microcline avec ou sans développement de muscovite (apogranite des auteurs russes). Ce type de distribution qui se rencontre également dans quelques granites à deux micas s'accompagne toujours d'un enrichissement en Rb et de basses valeurs de K/Rb . Il n'est pas exclu qu'il y ait là aussi redistribution des alcalins, la différence entre les deux derniers modèles pouvant être en relation avec des variations d'alcalinité dans les solutions post-magmatiques (14).

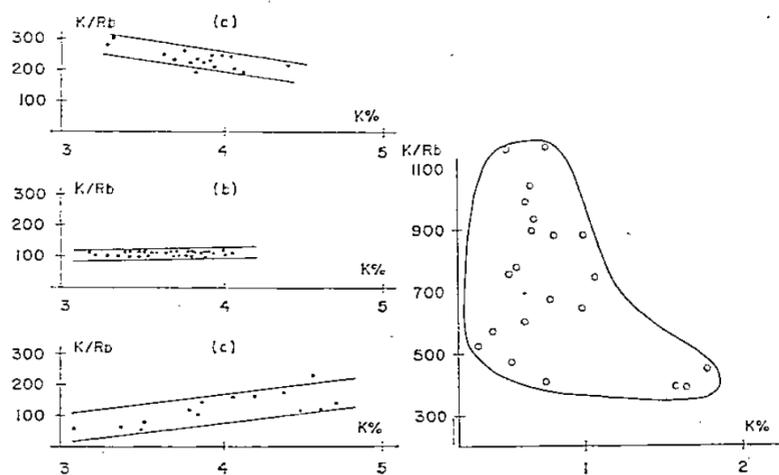


Fig. 1

Fig. 2

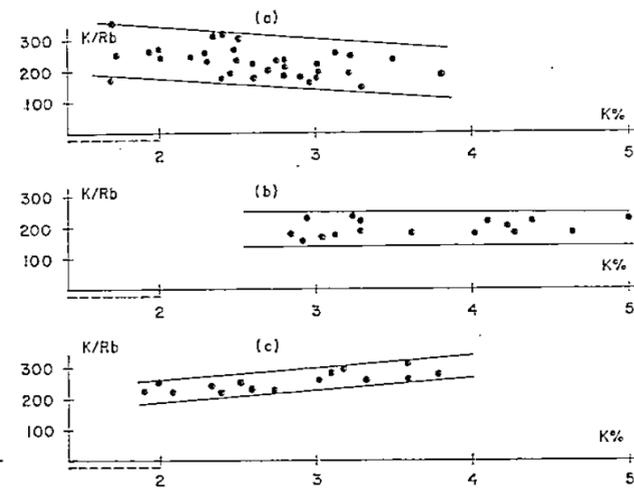


Fig. 3

Fig. 1. — Variations de K/Rb en fonction de K dans les granitoïdes : a. Granite de Neira, Dupuy (5) ; b. Granite de Von Blasien, Emmerman (7) ; c. Granite « micro-clinisé », Beus (3).

Fig. 2. — Variations de K/Rb en fonction de K dans les gneiss de faciès granulite : gneiss de Lewisian, Sheraton (16).

Fig. 3. — Variations de K/Rb en fonction de K dans les gneiss de faciès amphibolite : a. Gneiss de la vallée de Strona, Sighinolfi (17) ; b. Gneiss migmatisé du Tallat-Mellet, Bertrand (21) ; c. Gneiss de l'Aridondack, Whitney (22).

3. DANS LES GNEISS DU FACIÈS GRANULITE [(15) à (20), etc.] toujours caractérisés par un grand appauvrissement en rubidium et par de fortes valeurs de K/Rb , le modèle de fractionnement le plus commun est schématisé sur la figure 2.

Les points représentatifs des échantillons indiquent selon Sheraton (16) une diminution de K/Rb quand K augmente. Mais cette tendance n'est pas évidente et apparaît généralement mal, le fractionnement étant peut-être masqué par les imprécisions analytiques dues aux faibles teneurs en Rb ($\leq 30 \cdot 10^{-6}$).

4. DANS LES GNEISS DU FACIÈS AMPHIBOLITE [(16), (18), (20) à (22), etc.] se retrouvent les trois modèles observés dans les granitoïdes et aucune distinction ne peut être faite pour l'instant entre gneiss migmatisé ou non et migmatite.

Puisque les valeurs de K/Rb sont trois ou quatre fois plus élevées dans les feldspaths potassiques que dans les biotites [(²³), (²⁴), etc.] on pourrait, comme Whitney (²²), penser à un contrôle minéralogique variable selon les directions de fractionnement. Cet argument ne fait en réalité que reporter le problème car les variations minéralogiques reflètent soit l'hétérogénéité chimique des roches mères, soit le fractionnement dû au phénomène métamorphique, soit, à la limite, l'anatexie.

C'est précisément l'intervention simultanée de ces différents facteurs qui rend toute interprétation particulièrement délicate. Aussi, serait-il nécessaire de dissocier leur influence respective ; celle de la composition des roches mères (dans la plupart des cas d'origine sédimentaire) est imprévisible car le métamorphisme peut s'exercer sur des formations composées de plusieurs types de roches dont les proportions et les compositions diverses laissent présager une grande multiplicité de combinaisons possibles. Aussi la solution la plus rationnelle nous paraît être d'élucider l'influence du métamorphisme sur le fractionnement des roches. Les connaissances actuelles semblent indiquer que les teneurs en Rb diminuent et que le rapport K/Rb augmente avec l'intensité du métamorphisme [(⁴), (¹⁷), (¹⁸), etc.] mais le problème est plus complexe et ce n'est que l'étude successive de cas particuliers qui permettra de l'éclaircir.

Si le fractionnement K/Rb-K présente des aspects identiques dans les granitoïdes et les gneiss, il subsiste malgré tout une différence : les teneurs en K et les valeurs des rapports K/Rb varient dans un plus large intervalle dans les gneiss et les migmatites.

Abstraction faite de la composition des roches mères, deux explications peuvent être fournies pour justifier ces variations :

- des migrations de K et de Rb sont fréquemment admises dans les conditions du faciès amphibolite et la dispersion mise en évidence sur les graphiques peut résulter d'une hétérogénéité locale ;
- cette hétérogénéité se manifeste aussi dans les roches migmatisées qui posent des problèmes d'échantillonnage difficile à résoudre à cause de l'imbrication de matériel original non mobilisé (paléosome, résisters) et de mobilisat, lui-même séparé en deux phases (mélanosomes et leucosomes).

5. CONCLUSION. — Le diagramme K-K/Rb permet de mettre en évidence des variations dans le fractionnement de deux alcalins qui n'apparaissent pas sur le diagramme classique K/Rb. Dans l'état actuel des connaissances les variations de K/Rb en fonction de K à l'échelle des massifs ne permettent pas de distinguer les fractionnements d'origine magmatique, anatectique ou métamorphique.

La diminution de K/Rb est habituelle dans les granitoïdes et est attribuable à la cristallisation fractionnée ou à l'anatexie différentielle. Mais des phénomènes tardi- ou post-magmatiques peuvent renverser cette tendance. Dans les gneiss où les modèles de fractionnement sont identiques à ceux rencontrés dans les granites, les interprétations sont plus délicates à cause de la dualité entre l'influence de la composition des roches mères et celles des processus physicochimiques.

Cependant il existe une légère différence entre les granitoïdes et les roches métamorphiques du faciès amphibolite : la dispersion des teneurs en K et Rb est nettement plus grande dans le second cas.

Les gneiss du faciès granulite constituent un cas bien spécifique du fait des fortes variations du rapport K/Rb et de l'absence de fractionnement très net : cela peut être dû soit à l'imprécision analytique (faibles teneurs de Rb), soit aux processus pétrogénétiques particuliers invoqués pour ces roches.

Les ressemblances observées dans les directions de fractionnement entre granitoïdes et gneiss de faciès amphibolite sont surprenantes étant donné les différences d'interprétation de la genèse de ces roches ; mais il ne faut pas oublier qu'elles sont presque toujours étroitement associées sur le terrain dans un même contexte orogénique.

Enfin, si dans certains cas, les granites peuvent provenir de la fusion des gneiss, il faut admettre que ce phénomène s'accompagne d'une réhomogénéisation partielle des teneurs puisque les variations observées dans les granites sont plus faibles. D'autre part, si cette réhomogénéisation n'est pas totale il n'est pas exclu que le fractionnement observé dans les granites, fractionnement que les géochimistes attribuent aux processus physicochimiques, ne reflète en particulier dans les granites palingénétiques, que les variations de composition des roches mères.

(*) Séance du 10 juillet 1972.

- (1) K. S. HEIER et J. A. S. ADAMS, *Phys. Chem. Earth*, 5, 1964, p. 253-382.
- (2) S. R. TAYLOR, *Phys. Chem. Earth*, 6, 1965, p. 133-213.
- (3) A. A. BEUS et M. T. OYZERMANN, *Geochem. Intern.*, 2, 65, p. 985-992.
- (4) D. M. SHAW, *Geochim. Cosmochim. Acta*, 32, 1968, p. 573-601.
- (5) C. DUPUY et R. CAPDEVILA, *Comptes rendus*, 272, Série D, 1971, p. 1727-1730.
- (6) A. HALL, *Geol. Mag.*, 104, 1967, p. 99-109.
- (7) R. EMMERMANN, *Jh. Geol. Landesamt, Dtsch.*, 12, 1970, p. 227-248.
- (8) P. KOLBE, *J. Geol. Soc. Austral.*, 13, 1966, p. 1-25.
- (9) T. N. CLIFFORD et J. M. ROOKE, *Geochim. Cosmochim. Acta*, 33, 1969, p. 973-986.
- (10) S. B. LOBACK-ZHUCHENKO et S. N. VASIL'YEVA, *Geochem. Intern.*, 12, 1970, p. 1024-1029.
- (11) F. C. DODGE et B. P. FABRI, *Geol. Surv. Prof. Paper USA*, 700 D, 1970, p. 108-115.
- (12) P. HAHN-WEINHEIMER, *Geochim. Cosmochim. Acta*, 31, 1967, p. 2197-2218.
- (13) C. DUPUY, *Thèse Doct. Etat*, Fac. Sc. Montpellier 1970, 351 pages.
- (14) D. S. KORZHINSKIY, *Geokhimiya*, 7, 1956, p. 3-10.
- (15) I. B. LAMBERT et K. S. HEIER, *Lithos*, 1, 1968, p. 30-53.
- (16) J. W. SHERATON, *Earth, Planet, Sc. Letters*, 8, 1970, p. 301-310.
- (17) G. P. SIGHINOLFI, *Atti Soc. Tosc. Sc. Nat. Mem.*, 77, Série A, 1970, p. 327-341.
- (18) G. P. SIGHINOLFI, *Contr. Mineral. and Petrol.*, 21, 1969, p. 346-356.
- (19) G. P. SIGHINOLFI, *Geochim. Cosmochim. Acta*, 35, 1971, p. 1005-1021.
- (20) K. S. HEIER et K. THORESEN, *Geochim. Cosmochim. Acta*, 35, 1971, p. 89-99.
- (21) J.-M. BERTRAND et C. DUPUY, *Comptes rendus*, 272, Série D, 1971, p. 1590-1593.
- (22) P. R. WHITNEY, *Geochim. Cosmochim. Acta*, 33, 1969, p. 1203-1211.
- (23) I. M. LANGE, R. C. REYNOLDS et J. B. LYONS, *Chem. Geol.*, 1, 1966, p. 317-322.
- (24) A. J. R. WHITE, *Chem. Geol.*, 1, 1966, p. 165-200.

C. D., *Laboratoire de Pétrologie, Faculté des Sciences,*
34000 Montpellier, Hérault ;

J.-M. B., *Centre de Recherches sur les Zones Arides,*
Faculté des Sciences,
34000 Montpellier, Hérault.