

MÉTAMORPHISME. — *Les éléments en traces au cours de la mobilisation d'un socle et d'une couverture : exemple de deux ensembles gneissiques précambriens de l'Ahaggar (Sahara central).* Note (*) de MM. **Jean-Michel L. Bertrand** et **Claude Dupuy**, présentée par M. Jean Orcel.

L'étude du rapport K/Rb permet de préciser les processus d'évolution migmatitique au cours de la mobilisation d'un socle et de sa couverture : dans le cas des gneiss suggariens de l'Aleksod (Ahaggar) les faciès appartenant à un vieux socle remobilisé ont peu évolué (différenciation métamorphique, anatexie limitée) tandis que les faciès de la couverture montrent une évolution anatectique importante (gneiss d'anatexie).

La distinction entre un socle granito-gneissique remobilisé et une couverture formée de gneiss résultant du métamorphisme et de la migmatisation d'un matériel sédimentaire ou magmatique anté-tectonique, est souvent très délicate ; certains critères structuraux (filons antécédents, structures plissées, paragenèses et textures reliques) permettent parfois de différencier les deux types de gneiss, mais de grands ensembles gneissiques échappent à toute tentative d'analyse structurale. Pour lever ces indéterminations il est nécessaire de rechercher des critères basés sur l'évolution pétrogénétique comparée des gneiss d'origines monocyclique et polycyclique : un de ces critères est celui de la localisation et du resserrement des isogrades autour des noyaux de socle qui a été décrit, dans le cadre d'un métamorphisme de basse pression, par M. Fontelles et G. Guitard (effet de socle) ⁽¹⁾.

L'un de nous, dans une Note récente ⁽²⁾, a mis en évidence, dans l'édifice cristallin polycyclique de l'Aleksod (Ahaggar oriental), des différences importantes d'évolution migmatitique, dans les conditions du faciès amphibolite (subfaciès B 2.2 à B 2.3 de H. G. F. Winkler) entre des gneiss rubanés représentant un socle ancien et des gneiss veinés et embréchitiques provenant de la transformation d'une couverture : le socle n'a subi qu'une mobilisation limitée, où l'anatexie n'intervient que d'une façon très discrète, et où le processus essentiel d'évolution est la différenciation métamorphique ; la couverture, par contre, est mobilisée à toutes les échelles et l'anatexie s'y développe largement. Ces observations, si elles se confirment, indiquent une différence d'« efficacité » du métamorphisme entre les roches de la couverture et celles du socle, qui peut permettre leur distinction dans le cas d'un métamorphisme barrovien. Pour préciser cette hypothèse nous avons entrepris l'étude de la répartition de quelques éléments en traces et en particulier de celle du rubidium, dans deux ensembles gneissiques de l'Aleksod ⁽³⁾.

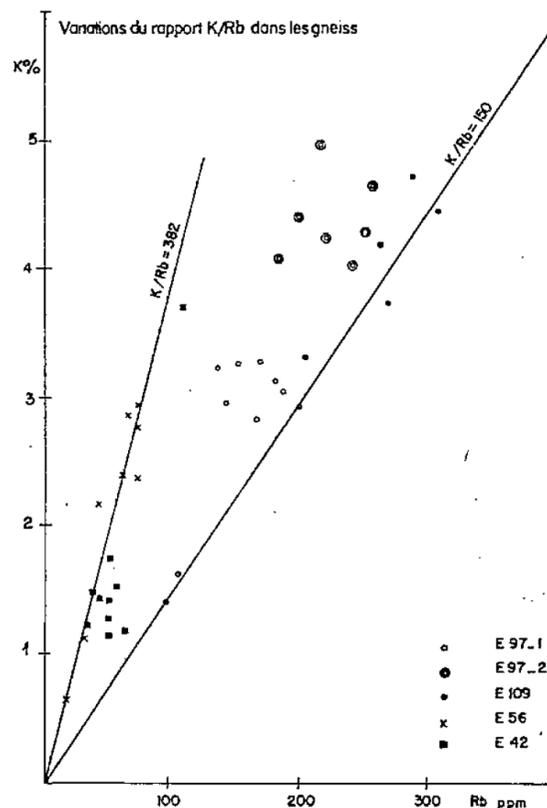
Le premier ensemble (échantillon E 42) représente le socle ; il est formé de gneiss rubanés et de gneiss homogènes ; plagioclases (An 20-30) 40-60 % ; feldspath potassique 5-30 % (maximum à 8 %) ; quartz 20-30 % ; biotite 5-15 % ; hornblende 0,5-2 % ; grenats, traces ; minéraux accessoires : sphène, zircon, apatite, minéraux opaques. La mobilisation se manifeste sous forme de « taches » (flecky gneiss) ou de rares filons sécants de granitoïde (échantillon E 56).

Le second ensemble, interstratifié dans les paragneiss de la couverture, comprend :

- des embréchites amygdalaires (éch. E 97) ;
- des gneiss granitoïdes (échantillons E 109) avec des intercalations et des septums d'amphibolites à biotite et de micaschistes à disthène et sillimanite.

La composition minéralogique varie de la même façon dans les deux faciès : plagioclase (An 20-30) 35-50 % ; feldspath potassique 15-40 % ; quartz 30-40 % ; biotite 8-15 % ; hornblende 0-3 % ; grenat : traces ; minéraux accessoires : sphène-zircon, allanite, apatite, minéraux opaques.

DONNÉES GÉOCHIMIQUES. — *Rubidium*. — La comparaison entre le faciès commun (E 42) et le faciès mobilisé (E 56) du premier ensemble (socle) montre que la mobilisation entraîne un enrichissement relatif de K mais pas de Rb ; elle s'accompagne donc d'une augmentation du rapport K/Rb [(⁴), (⁵), (⁶)]. Les teneurs en K et en Rb varient dans le même sens dans le mobilisat mais le rapport K/Rb reste constant (*fig.*). Cette constance de K/Rb (382 ± 33) est d'autant plus surprenante que des variations minéralogiques notables ont été observées dans ces mobilisats.



Pour le second ensemble, nous retrouvons pour les faciès granitoïdes (E 109) une évolution semblable à celle que nous venons de décrire (E 56) mais le rapport K/Rb est beaucoup plus faible (151 ± 10). La droite de régression tracée pour les faciès E 97, passe approximativement par l'origine comme dans les cas précédents, et correspond à des valeurs basses de K/Rb (187 ± 27 et 198 ± 26) ; les points représentatifs sont plus nettement dispersés de part et d'autre de la droite et se séparent en deux groupes (E 97-1 et E 97-2) de même rapport K/Rb. Cette séparation en deux groupes vérifiée également avec les autres éléments (tableau) résulte vraisemblablement de l'hétérogénéité du matériel original (²).

Lithium, caesium, strontium. — Dans chaque ensemble, une bonne corrélation positive entre Li et Rb permet de conclure à une similitude de comportement des deux éléments au cours des processus métamorphiques. Le cæsium ne montre pas de variations nettes et se dissocie donc des autres alcalins traces. Le strontium varie différemment selon les ensembles : dans le socle, les teneurs augmentent en même temps que les teneurs en SiO₂, dans la couverture elles diminuent. Cette divergence du comportement du strontium nous permet de soupçonner des processus d'évolution métamorphique différents dans chacun des deux ensembles.

DISCUSSION DES RÉSULTATS. PROPRIÉTÉS DU RAPPORT K/Rb. — Dans chaque ensemble, on observe pour chaque faciès une augmentation des teneurs de K et de Rb mais la valeur du rapport reste constante. Cette propriété semble caractéristique des processus métamorphiques (dans les roches magmatiques acides l'accroissement des teneurs en K et Rb s'accompagne d'une diminution systématique du rapport K/Rb).

TABLEAU

Teneurs moyennes, écart relatif moyen ($\bar{x} \pm \text{smt}$) des éléments majeurs et des éléments en traces dans différents faciès

Nombre d'échantillons.	E 42 10	E 56 9	97-1 8	97-2 7	109 7
SiO ₂	70,63±1,63	71,45±1,06	71,99±1,43	73,27±1,98	76,43±0,74
Al ₂ O ₃	15,16±0,57	15,91±0,68	14,24±0,89	13,64±0,51	13,26±0,97
Fe ₂ O ₃ (Total)	2,68±0,71	1,21±0,68	3,01±0,71	1,69±0,70	1,07±0,64
MnO	0,039±0,007	0,026±0,011	0,050±0,079	0,050±0,011	0,037±0,024
MgO	0,63±0,22	0,32±0,18	0,63±0,12	0,31±0,25	0,15±0,10
CaO	2,97±0,46	2,34±0,70	2,15±0,66	1,72±0,60	0,97±0,28
Na ₂ O	5,05±0,30	5,58±0,48	3,75±0,19	3,50±0,31	3,35±1,20
K ₂ O	1,95±0,65	2,47±0,79	3,71±0,17	5,27±0,40	4,79±1,60
TiO ₂	0,33±0,09	0,21±0,05	0,39±0,10	0,20±0,08	0,10±0,04
P ₂ O ₅	0,14±0,03	0,06±0,02	0,15±0,05	0,05±0,03	0,04±0,02
Li	10±3	25±5	39±7	32±15	83±70
Rb	55±14	53±16	167±20	223±26	264±95
Cs	4,3±1,6	3,9±1,4	5,5±2,9	5,0±3,3	7,6±4,8
Sr	511±64	741±92	193±15	114±51	75±40
K/Rb	297±48	382±33	187±27	198±26	151±10
Rb/Sr	0,118±0,055	0,072±0,00	0,869±0,121	2,279±0,928	5,112±3,803

Dans les gneiss du socle, le rapport K/Rb augmente dans le mobilisat (E 56) par rapport à l'encaissant (E 42) : pour plusieurs auteurs [(⁴), (⁵), (⁶), etc.] cette propriété caractérise une différenciation métamorphique.

Dans les gneiss de la couverture, on ne connaît pas d'encaissant relatif (sinon quelques septums et enclaves) et, s'il s'agit d'un processus de mobilisation, cet encaissant devrait avoir un rapport K/Rb très faible (≤ 100) : une telle valeur caractérise

des produits de fin de différenciation magmatique qui occupent toujours des volumes très restreints ⁽⁷⁾ incompatibles avec l'étendue du massif de l'Adrar Talat Mellet. La constance du rapport K/Rb peut alors s'interpréter de deux façons :

- faciès non mobilisé et plus précisément, vu la composition chimique moyenne, ancien granite ;
- faciès complètement mobilisé (gneiss d'anatexie).

La première hypothèse n'est confirmée ni par les observations pétrographiques (les textures n'évoquent jamais une telle origine) ni par la géochimie (l'augmentation des teneurs de K et de Rb ne s'accompagne pas d'une diminution de K/Rb). Par contre, les basses valeurs de K/Rb peuvent être expliquées, dans la seconde, par l'intervention d'un processus de fusion partielle qui favorise la diminution du rapport ⁽⁸⁾.

CONCLUSIONS. — 1. Les propriétés du rapport K/Rb dans les gneiss de la couverture montrent qu'il ne s'agit pas *a priori* d'anciens granites : ils résultent plutôt de l'anatexie d'un matériel acide (volcanique ou sédimentaire).

2. Dans le cadre des relations socle-couverture, les différences d'« intensité » et de type de mobilisation ne résulteraient pas d'une variation du degré de métamorphisme mais d'une « susceptibilité » plus grande des roches de la couverture à l'action du métamorphisme (et en particulier à l'anatexie). Une étude systématique de faciès à composition chimique globale semblable devrait permettre de préciser ce phénomène.

3. Les propriétés spécifiques de l'évolution du rapport K/Rb dans les roches métamorphiques sont différentes de celles des roches magmatiques acides, elles seront précisées ultérieurement sur d'autres exemples.

(*) Séance du 15 février 1971.

(1) M. FONTEILLES et G. GUITARD, *Int. Geol. Congr.*, Prague, Rep. 23, Sess. 4, 1968, p. 9-25.

(2) J. M. L. BERTRAND, *Bull. Soc. géol. Fr.* (à paraître).

(3) Les analyses des éléments majeurs ont été effectuées au C. R. P. G. de Nancy ; celles des éléments en trace au Laboratoire de Pétrologie de Montpellier : Li, Rb, Cs par photométrie de flamme (précision 4-6 % sauf pour Cs : 15 %), Sr par absorption atomique (précision inférieure à 5 %).

(4) D. M. SHAW, *Geoch. Cosmoch. Acta*, 32, 1968, p. 573-601.

(5) P. R. WHITNEY, *Geoch. Cosmoch. Acta*, 43, 1969, p. 1203-1211.

(6) G. P. SIGHINOLFI, *Contr. Miner. and Petrol.*, 21, 1969, p. 346-356.

(7) N. CORADOSSI, *Per. Min.*, 84, 1965, p. 356-399.

(8) C. DUPUY, *Thèse*, Fac. Sc. Montpellier, 1970.

(J.-M. L. B., *Centre de Recherches sur les Zones Arides*,
C. D., *Laboratoire de Pétrologie*,
Faculté des Sciences, 34-Montpellier, Hérault.)