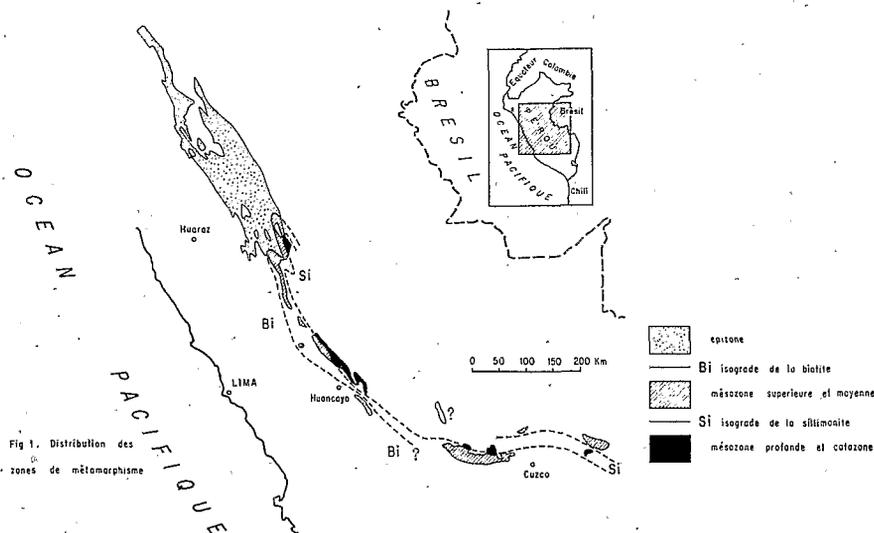


**GÉOLOGIE.** — *Le métamorphisme précambrien de basse pression des Andes orientales du Pérou.* Note (\*) de MM. **Etienne Audebaud, Jean-Pierre Bard, Raymond Capdevila, Bernard Dalmayrac, René Marocco, François Megard et Jorge Paredes**, présentée par M. Jean Orcel.

Mise en évidence de trois zones de métamorphisme séparées par les isogrades biotite et sillimanite. La distribution de ces zones a été fortement affectée par les orogènes hercynienne et andine. Ce métamorphisme est d'un type à andalousite-cordiérite très différent du type à disthène qui accompagne généralement les orogènes protérozoïque au Brésil et en Afrique.

Le cœur des Andes orientales du Pérou est constitué par des terrains cristallins et cristallophylliens recouverts en discordance par des niveaux fossilifères ordovi-ciens (<sup>1</sup>). Les observations que nous avons effectuées sur ces terrains cristallins montrent que le métamorphisme régional, le magmatisme et les déformations antépaléozoïques appartiennent pour l'essentiel à un cycle orogénique unique d'âge précambrien supérieur probable (600 à 500 M. A.).

Dans ce qui suit, nous présentons nos premiers résultats d'ensemble sur le métamorphisme régional de ce cycle.



1. LES ZONES DE MÉTAMORPHISME ET LEUR DISTRIBUTION. — Nous avons individualisé sur le terrain trois grandes zones de métamorphisme progressif séparées par les isogrades biotite (+) et sillimanite (+). La zone supérieure correspond à la zone barroviennne de la chlorite : il ne semble pas y avoir à l'affleurement d'anchizone ou de zone non métamorphique. Le domaine métamorphique inférieur est constitué pour l'essentiel par des migmatites et des granitoïdes d'anatexie, l'isograde sillimanite/feldspath potassique (+) est largement dépassé mais nous n'avons pas observé d'associations typomorphes du faciès granulite.

La zone de haut degré de métamorphisme dessine une étroite ceinture flanquée de zones de métamorphisme moins intense (fig. 1) ; cette ceinture s'entrouvre au Nord

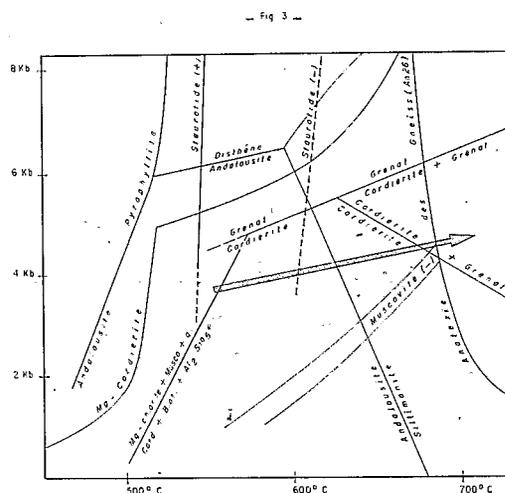
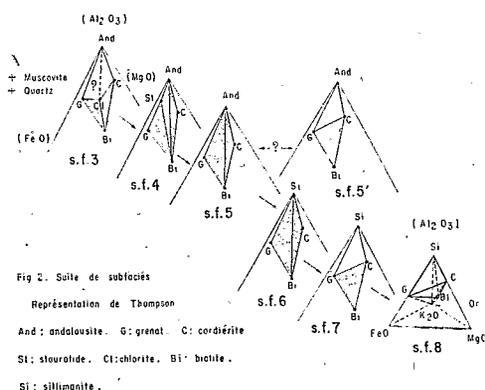
O. R. S. T. O. M.

Collection de Référence

n° 5063

16 NOV. 1971

Ouest de Tingo Maria et pourrait se poursuivre au Sud-Est, en Bolivie, par les affleurements de Zongo (2). Cette configuration n'est pas primaire, elle correspond à la surimposition des déformations hercyniennes et surtout andines. La reprise hercynienne est aussi responsable de la rétro-morphose qui affecte de nombreux affleurements précambriens (vallée du Mantaro i. e.).



2. CONDITIONS DE MÉTAMORPHISME. — Malgré les distances considérables qui séparent les divers groupes d'affleurements métamorphiques, les associations minérales observées s'intègrent dans une suite de sous-faciès unique, ce qui constitue un argument supplémentaire de la contemporanéité du métamorphisme dans les divers affleurements étudiés.

La figure 2 représente la suite de sous-faciès observée dans les micaschistes et le gneiss pélitiques de la mésozone moyenne et profonde. La représentation utilisée est celle de Thompson (3) (sous-faciès 8 excepté) ; par définition elle ne concerne que les roches à « excès » de quartz et de muscovite.

Parmi les associations stables de la séquence pélitique nous avons observé (4) les associations critiques suivantes (le quartz toujours présent, le plagioclase très fréquent et les minéraux accessoires ne sont pas cités) :

- s. f. 1 : muscovite-chlorite.
- s. f. 2 : muscovite-chlorite-biotite.
- s. f. 3 : muscovite-chlorite-biotite-grenat.
- s. f. 4 : muscovite-biotite-grenat-staurotide.  
muscovite-biotite-andalousite-cordiérite.
- s. f. 5 : muscovite-biotite-andalousite-grenat.  
muscovite-biotite-andalousite-cordiérite.
- s. f. 6 : muscovite-biotite-sillimanite-grenat.  
muscovite-biotite-sillimanite-cordiérite.
- s. f. 7 : muscovite-biotite-grenat-cordiérite.
- s. f. 8 : biotite-sillimanite-grenat-cordiérite-feldspath potassique (association contrôlée par T, Ps et PH<sub>2</sub>O).

Dans la région de Queros (71°12' Ouest, 13°20' S) l'existence d'un sous-faciès 5' caractérisé par l'association andalousite-cordiérite-grenat n'est pas exclue.

*L'absence de disthène et la présence d'andalousite et de cordiérite classent ce métamorphisme dans le groupe de basse pression.*<sup>(5)</sup> L'importance de la zone de la chlorite et la présence de grenat et de staurotide dans la zone de l'andalousite, indiquent des conditions de pression plus élevées que celles du type Abukuma. La disparition de la staurotide dans la zone de l'andalousite et celle de la muscovite peu après l'isograde sillimanite (+) prouvent cependant que cette pression n'était pas considérable, mais probablement inférieure à 5 Kb dans les zones de plus haut degré. Le métamorphisme étudié est donc plus précisément du type « intermédiaire de basse pression »<sup>(5)</sup>.

Sur la figure 3<sup>(6)</sup> nous avons dessiné l'allure probable de la courbe température/profondeur du métamorphisme précédemment décrit. La valeur moyenne du degré géothermique telle qu'on peut la déduire des données expérimentales, est de l'ordre de 35 à 45 °C/Km dans la mésozone.

3. CONCLUSIONS. — Le métamorphisme de la chaîne antéordovicienne que nous venons d'étudier est partout du type andalousite-cordiérite. Dans le cadre des rapports entre cette chaîne et le bouclier brésilien, un tel type de métamorphisme n'est pas sans poser de problèmes. En effet, et bien que nous n'en ayons pas encore les preuves radiométriques, tout porte à croire que la chaîne antéordovicienne est protérozoïque et plus précisément, d'âge baïkalien (600 à 500 M. A.). Or, au Brésil, le métamorphisme baïkalien (caririen) de la série de Cearà est du type à disthène de même que le métamorphisme un peu plus ancien du groupe Araxa<sup>(7)</sup>. En Afrique, Saggerson<sup>(8)</sup> a montré que le métamorphisme baïkalien (pan-africain) et celui des chaînes protérozoïques dans leur ensemble est en général également du type à disthène, les types de basse pression se cantonnant dans les cratons antérieurs à 2 400 M. A. Le type de métamorphisme de la chaîne antéordovicienne des Andes orientales paraît donc constituer, au sein de l'ensemble protérozoïque afro-sud-américain, une exception dont il conviendra de chercher la signification. Par ailleurs, si l'on admet le caractère supra-cratonique des métamorphismes de basse pression, on est amené à penser que le bouclier sud-américain devait se poursuivre vers l'Ouest dans une région actuellement occupée par la fosse andine et la croûte océanique du Pacifique oriental.

Ce travail a été effectué en partie grâce à l'aide du Servicio de Geología y Mineria del Peru, et plus particulièrement de son Directeur le Dr. E. Bellido. M. le Pr Mattauer nous a prodigué ses conseils au cours des diverses phases de réalisation de ce travail.

(\*) Séance du 28 juin 1971.

(1) E. BELLIDO, *Serv. Geol. Min. Peru*, Bol. 22, 1969, p. 1-54 ; B. DALMAYRAC, *Comptes rendus*, 270, Série D, 1970, p. 1088-91 ; C. G. EGELER et T. DE BOOY, *Geol. Mijnbouw*, 40, 1961, p. 319-325 ; G. STEINMANN, *Geologie von Peru*, Heidelberg, 1929, p. 1-448 ; J. WILSON et L. REYES, *Com. Cart. Geol. Nac., Peru*, Bol. 9, 1964, p. 1-91.

(2) Renseignement oral de C. Martinez et P. Tomasi.

(3) J. B. THOMPSON, *American Min.*, 42, 1957, p. 842-858.

(4) Dans le Pérou Central il a été tenu compte des excellentes descriptions pétrographiques de J. V. Harrison (*Bol. Soc. géol. Peru*, 21, 1951, p. 1-97).

(5) A. MIYASHIRO, *Journ. Petrology*, 2, 3, 1961, p. 277-311 ; H. J. ZWART et coll., *Geol. Newsletter*, 2, 1967, 57-72.

(6) D'après les études expérimentales suivantes : E. ALTHAUS, *Naturwiss.*, 53, 1966, p. 105-106 ; *Contr. Min. Petrol.*, 16, 1967, p. 29-44 ; A. HIRSCHBERG et H. G. F. WINKLER, *Ibid.*, 18, 1968, p. 17-42 ; G. HOSCHEK, *Ibid.*, 14, 1967, p. 123-162 ; W. SCHREYER et H. S. YODER, *N. Jhb. Miner.*, 101-3, 1964, p. 271-342 ; H. G. F. WINKLER, *Ibid.*, 5, 1970, p. 189-248.

(7) F. F. M. DE ALMEIDA, *Bull. Com. Carte Geol. Monde*, Montévidéo, (7), 1967, p. 25-29 ; *C. R. Colloque sur les granites de l'Ouest africain*, U. N. E. S. C. O., 1968, p. 151-162.

(8) E. P. SAGGERSON, *Com. Carte Geol. Monde*, Paris, UNESCO, 1970, Doc. CM/5150/6/MM. Ronéotypé.

E. A., RCP 132, Laboratoire de Géologie Alpine,  
Institut Dolomieu, 38-Grenoble, Isère ;

J.-P. B., R. C., RCP 132, Laboratoire de Pétrologie,  
Université des Sciences et Techniques du Languedoc,  
34-Montpellier, Hérault ;

F. M., RCP 132, Laboratoire de Géologie Structurale,  
Université des Sciences et Techniques du Languedoc,  
34-Montpellier, Hérault ;

B. D., R. M., ORSTOM  
et Servicio de Geologia y Minería, Lima, Peru ;  
J. P., Servicio de Geologia y Minería, Lima, Peru.