

GÉOLOGIE. — *Sur l'existence d'un épisode de métamorphisme régional d'âge Miocène inférieur dans la Cordillère Occidentale des Andes du Pérou central.* Note de Pierre Soler, présentée par Jean Aubouin.

Le ré-examen de datations K-Ar publiées pour une série de massifs intrusifs du moyen versant Pacifique des Andes du Pérou central permet de montrer l'existence d'une phase de métamorphisme régional d'âge Miocène inférieur. Des températures supérieures à 250-300°C ont régné dans les niveaux supérieurs de la croûte sur une bande de terrains de 70-80 km de large, correspondant au versant Pacifique moyen et haut de la Cordillère Occidentale. Ce métamorphisme apparaît contemporain d'une importante pulsation de magmatisme calco-alkalin et précède de peu une période de déformation compressive surtout intense dans la zone la plus métamorphique. La montée des isothermes est interprétée comme résultant d'une remontée d'asthénosphère associée à une augmentation de la vitesse de la subduction de la plaque Nazca sous la plaque sud-américaine.

GEOLOGY. — About the existence of a regional metamorphic episode of Lower Miocene age in the Occidental Cordillera of central Peruvian Andes.

The re-examination of published K-Ar dating of a series of intrusive stocks from the western Pacific slope of central Peruvian Andes permits to demonstrate the existence of a regional metamorphic event of lower Miocene age, with temperatures as high as 250-300°C in the crustal upper levels in a 70-80 km wide belt, corresponding to the middle to upper Pacific slope of the Occidental Cordillera. This metamorphism appears as contemporaneous with an important calc-alkaline magmatic pulse and just precedes a period of compressive deformation which is especially intense in the more metamorphic zone. The rising of the isotherms is interpreted as a result of an asthenospheric uplift associated with an increase of the rate of the subduction of Nazca plate beneath South-America.

La plus grande partie des âges publiés concernant les roches volcaniques et plutoniques, mésozoïques et cénozoïques des Andes centrales ont été obtenus par la méthode K-Ar, généralement utilisée du fait de sa relative facilité de mise en œuvre et son coût comparativement faible. Ces datations sont l'une des bases essentielles sur lesquelles sont bâties les chronologies des déformations et du magmatisme andins. La discussion de la validité analytique de ces données radiochronologiques est en général entreprise par les différents auteurs mais celle de leur réelle signification chronologique n'est pas toujours abordée de manière convaincante. Dans certains cas, un ré-examen de données déjà publiées permet de tirer des conclusions nouvelles et importantes. Un exemple particulièrement illustratif en est donné ci-dessous, où sur la simple base d'une relecture critique de données publiées depuis plusieurs années on peut démontrer l'existence d'un épisode de métamorphisme régional jusqu'ici non décrit.

I. RÉ-INTERPRÉTATION DES DONNÉES RADIOCHRONOLOGIQUES K-Ar SUR LES INTRUSIONS DE PATIVILCA, ACOS, CHURIN OUEST ET PACCHO TINGO. — Le granite de Pativilca (vallée du rio Pativilca) (*fig. 1*) a été daté par la méthode K-Ar [1] puis par les méthodes U-Pb [2] et Rb-Sr [3], ce qui permet d'éprouver *a posteriori* la validité des âges K-Ar. Par contre, seuls des âges K-Ar ont été publiés pour les stocks dioritiques à granodioritiques de Churin Ouest et Paccho Tingo (vallée du rio Huaura) [1] et le stock granitique d'Acos (vallée du rio Chancay) ([1], [4]).

Pour le massif de granite porphyroïde à biotite et hornblende de Pativilca, l'âge U-Pb de 37 M.a. sur zircon [2] et l'âge Rb-Sr de 37 ± 2 M.a. (isochrone sur 11 échantillons de roche totale) [3] sont parfaitement concordants. Par contre, les âges K-Ar obtenus sur minéraux (biotite, feldspath et hornblende) [1] pour une série de cinq échantillons répartis de l'WSW à l'ENE sur l'ensemble du massif s'échelonnent de $35,7 \pm 0,4$ M.a. (biotite 82) à $24,0 \pm 0,7$ M.a. (biotite 77). Si l'on reporte les âges obtenus sur une coupe WSW-ENE (*fig. 2*), on constate un « rajeunissement » progressif des âges biotite et feldspath vers l'ENE.

La pétrologie, le chimisme ([1], [5]) et la bonne isochrone Rb-Sr permettent d'affirmer que l'ensemble du granite de Pativilca est bien une seule et même intrusion; le rajeunissement observé est dû à un phénomène de rééquilibrage tardif qui se manifeste, au vu des données publiées [1], par une perte progressive d'argon radiogénique. La corrélation linéaire entre les âges sur biotites (81-80-79-77) peut être interprétée comme une droite de mélange: l'âge-biotite (82-81) correspondant à la mise en place du granite est de $35,7 \pm 1$ M.a. (concordant avec l'âge de 37 M.a. (obtenu par U-Pb et Rb-Sr compte tenu du refroidissement lent du pluton et des températures de fermeture des différents systèmes), et l'on doit admettre par ailleurs l'existence d'un « événement thermique » postérieur à 24 M.a. dont l'intensité maximale se manifeste à l'Est du granite de Pativilca.

L'absence d'intrusion plus jeune recoupant le granite de Pativilca et l'extension du phénomène de reset suggèrent qu'il s'agit là d'un phénomène régional.

L'analyse des datations du granite de Pativilca permet de jeter un éclairage nouveau sur les datations K-Ar ([1], [4]) des stocks de Churin Ouest, Paccho Tingo et Acos. Si l'on porte sur un diagramme (*fig. 3*) l'ensemble des âges obtenus pour les intrusions de Pativilca, Acos, Paccho Tingo et Churin Ouest en fonction de la distance des échantillons à une ligne imaginaire, parallèle aux directions de l'axe du Batholite côtier et du plissement andin et passant par les points 77 du granite de Pativilca et 120-23 du granite d'Acos, on constate que la logique d'un reset progressif vers l'Est, mise en évidence à propos du granite de Pativilca, s'applique à l'ensemble de ces intrusions.

L'étude de terrain et l'analyse pétro-géochimique [5] montre que les granites à biotite de Acos Ouest et Acos Est, considérés précédemment comme deux corps distincts et d'âges différents [1], constituent une seule et même intrusion. Les âges obtenus sur le granite d'Acos peuvent être interprétés de la même manière que ceux du granite de Pativilca par l'existence d'un rééquilibrage de plus en plus poussé vers l'ENE. Les âges K-Ar sur biotite (éch. 120) et hornblende (éch. 23) de la partie Ouest du granite d'Acos, très discordants, sont tout à fait identiques à ceux obtenus sur l'échantillon le plus oriental (éch. 77) du granite de Pativilca. L'âge concordant entre plagioclase et biotite (en tenant compte de l'incertitude de mesure) vers 18-19 M.a. pour l'échantillon 129 de la partie est du granite d'Acos ne doit pas être considéré comme l'âge de mise en place comme il a été suggéré antérieurement [1] mais bien comme l'âge du rééquilibrage complet de ces minéraux.

Les granites de Pativilca et Acos peuvent être considérés, pris ensemble, comme une « super-unité » mise en place à l'Éocène terminal (± 37 M.a.), en partie au sein même du Batholite côtier, en partie à l'Est de ce dernier. Ils appartiennent à la pulsation I du magmatisme post-Batholite (42-36 M.a.) [6].

Pour les stocks dioritiques à granodioritiques à biotite et hornblende de Churin Ouest et Paccho Tingo, dont l'étude pétrologique et géochimique démontre l'équivalence [5], on observe également des âges discordants biotite-hornblende (éch. 33). L'âge de 20 M.a. (biotite 37) précédemment retenu comme âge de mise en place du stock de Paccho Tingo [1] doit être considéré comme un reset.

Les âges K-Ar sur biotite se distribuent sur une droite de mélange entre l'âge de fermeture tardi-magmatique du système biotite ($35,7 \pm 1$ M.a.) et l'âge de refermeture du minéral à la fin de l'épisode métamorphique régional postérieur (± 19 M.a.). Ce reset, complet pour les biotites et les feldspaths mais très partiel voire inexistant pour les hornblendes, implique des températures de métamorphisme de l'ordre de 300°C au niveau du stock de Churin Ouest et de la partie est du granite d'Acos.

Les données concernant les hornblendes sont insuffisantes pour permettre de trancher entre deux hypothèses concernant l'âge de mise en place des stocks de Churin Ouest et Paccho Tingo : soit l'âge de $30,2 \pm 1$ M.a. (hornblende 33) est bien celui de la mise en place et ces deux stocks sont alors à rapporter à la pulsation II du magmatisme post-Batholite (32-29 M.a.) [6], soit il s'agit d'un âge modifié par métamorphisme et ces stocks appartiennent alors à la « super-unité » Pativilca-Acos. Les données de la pétrologie, de la géochimie et de la géochimie isotopique [5] suggèrent d'adopter plutôt cette seconde hypothèse mais des datations par une méthode peu sensible au métamorphisme de bas degré (U-Pb par exemple) sont nécessaires.

II. CONSÉQUENCES. — L'événement thermique régional, qui a culminé vers 19 M.a. fait sentir son influence vers l'Ouest jusqu'à l'intérieur du Batholite côtier (reset des âges K-Ar du granite de Pativilca mais aussi de ceux de l'unité Paccho (Paléocène) du Batholite côtier [1] (fig. 1). Vers l'Est, cette phase de métamorphisme n'affecte pas ou très peu les âges K-Ar des intrusions de l'Éocène terminal de Huangoc ($38,5 \pm 1$ M.a. sur roche totale) et Racco ($35,2 \pm 0,1$ M.a. sur roche totale) situées dans la partie occidentale des Hauts Plateaux ([5], [6]). Par contre, les âges K-Ar des petits stocks, des sills et dykes de la zone faitière de la Cordillère Occidentale dans la région de Oyon et ceux du volcanisme éocène de la Cordillère Occidentale correspondent souvent à des resets partiels, particulièrement marqués pour les plagioclases ([5], [7]).

Cette phase de métamorphisme régional est contemporaine d'une importante pulsation du volcanisme calco-alcalin andin qui a lieu entre 25 et 19 M.a. ([5], [6]).

Le métamorphisme régional précède de peu l'importante période de déformation compressive Quechua 1 (19-17 M.a.); celle-ci est surtout intense dans la zone la plus métamorphique.

La montée des isothermes dans la partie supérieure de la croûte continentale doit vraisemblablement être interprétée comme une conséquence d'une remontée d'asthénosphère dont on peut voir l'origine dans les modifications survenues dans les modalités de la subduction de la plaque Nazca sous la plaque sud-américaine vers 25 M.a. : augmentation de la vitesse de la convergence entre les deux plaques (de 7 à 11 cm/an) et modification de sa direction (de SW-NE à W-E). Ces modifications apparaissent comme des conséquences de la rupture de la plaque Farallon en plaque Nazca-plaque Cocos [8].

Reçue le 8 décembre 1986, acceptée le 16 février 1987.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] E. J. COBBING et coll., *The geology of the Western Cordillera of Northern Peru*, Overseas Memoir 5, Londres, 1981, 143 p.
- [2] S. B. MUKÁSA et G. R. TILTON, p. 203-207 in *Magmatism at a plate edge*, The Peruvian Andes, W. S. PITCHER et coll. éd., Blackie, 1985, 328 p.
- [3] BECKINSALE, p. 203-207 in *Magmatism at a plate edge*, The Peruvian Andes, W. S. PITCHER et coll. éd., Blackie, 1985, 328 p.
- [4] J. W. STEWART, J. F. EVERNDEN et N. J. SNELLING, *Geol. Soc. Amer. Bull.*, 85, 1974, p. 1107-1116.
- [5] P. SOLER, En préparation.
- [6] P. SOLER et M. BONHOMME, *J. South Amer. Geol.* (sous presse).
- [7] D. C. NOBLE, E. H. MCKEE, E. H. et F. MEGARD, *Geol. Soc. Amer. Bull.*, part I, 90, 1979, p. 903-907.
- [8] R. H. PILGER Jr., *J. geol. Soc. London*, 141, 1984, p. 793-802.

O.R.S.T.O.M., 213, rue Lafayette, 75010 Paris.

EXPLICATIONS DE LA PLANCHE

Fig. 1. — Cadre géologique. — 1, Batholite côtier; 2, Intrusions de l'Éocène terminal-Oligocène inférieur. A, Région affectée par le métamorphisme du Miocène inférieur.

Fig. 1. — *Geological setting.* — 1, *Coastal batholith*; 2, *Late Eocene-early Oligocene intrusives.* A, *Area affected by early Miocene metamorphism.*

Fig. 2. — Datations du granite de Pativilca. Ages K-Ar d'après [1]; âge U-Pb d'après [2]; âge Rb-Sr d'après [3].

Fig. 2. — *Dating of Pativilca granite.* *K-Ar ages from [1]; U-Pb age from [2]; Rb-Sr age from [3].*

Fig. 3. — Datations des stocks de Acos, Churin ouest et Paccho Tingo. Ages K-Ar d'après [1].

Fig. 3. — *Dating of Acos, West Churin and Paccho Tuigò stocks.* *K-Ar ages from [1].*

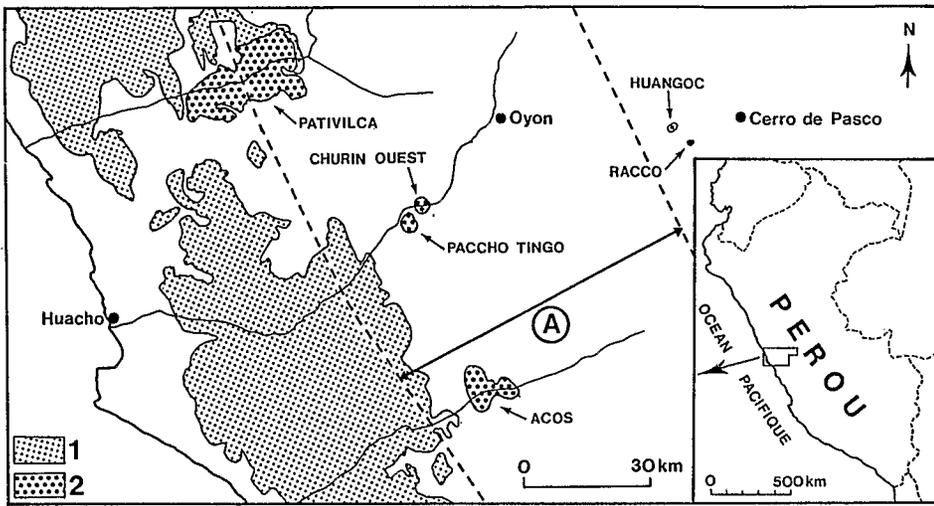


Fig. 1

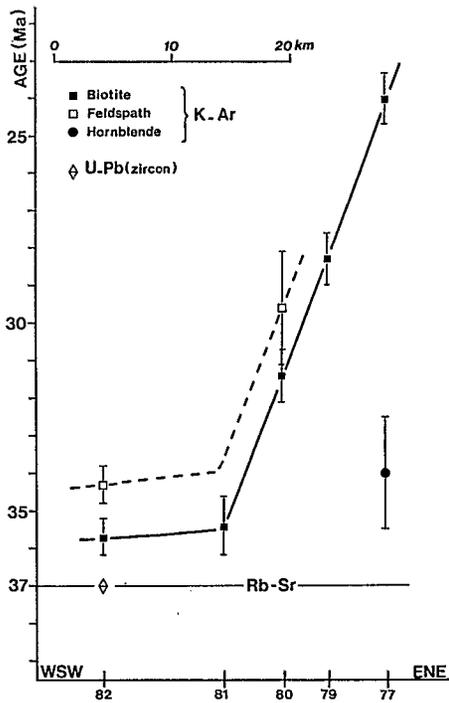


Fig. 2

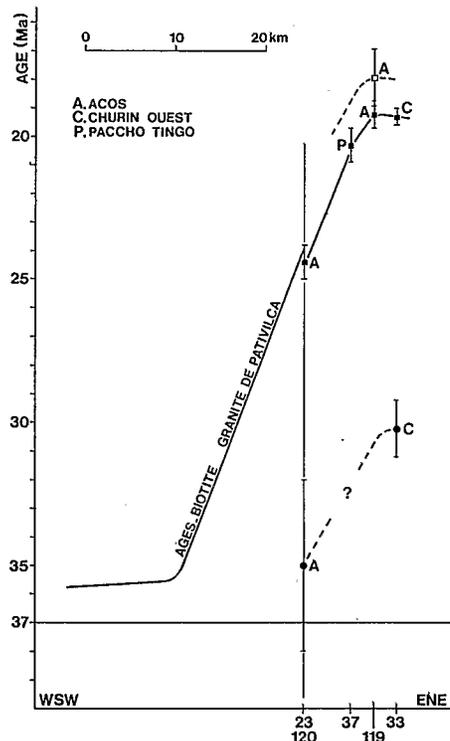


Fig. 3