

Master in Geology

Orientation: Geochemistry, Petrology and Ore Deposits

Rock geochemistry, isotopic composition, mineral chemistry and Ar/Ar dating of the high-K calc-alkaline magmatism in the Konya volcanic belt, central Anatolia, Turkey: implications for the formation of porphyry and epithermal deposits



Presented by

Pablo Lormand & Bastien Deriaz

Under the supervision of

Dr. Massimo Chiaradia

June 2018

1. Abstract

Late-Miocene to Pliocene magmatic rocks of the Konya volcanic belt (central Anatolia, Turkey) host the two potentially economic prospects of Doganbey (Cu-porphyry) and Inlice (Au-epithermal) in a post-collisional context. Samples from nine different volcanic domes of the belt were collected in order to determine geochemical constraints on the magmatic evolution in the area. Whole rock major and trace elements analyses (XRF and LA-ICP-MS), isotopic analyses (MC-ICP-MS), Ar-Ar dating and *in situ* major elements mineral analyses (EPMA) were performed on the samples. A southwestward migration of the volcanic activity is observed and linked with the fault systems developed by large-scale tectonic features. The sampled rocks are andesitic to dacitic in composition and show high-K calc-alkaline affinities. Time relations and chemical variations allowed the discrimination of three major magmatic events: 12-9 Ma; 7-5 Ma and 4-3 Ma. The two first events show similar compositional ranges with a progressive relative depletion in K_2O , decrease in $^{87}Sr/^{86}Sr$ (0.70752 – 0.70464) and increase in $^{143}Nd/^{144}Nd$ (0.51239 – 0.51270) with time. The last event is characterized by an initial relative enrichment in K_2O , Ba, Sr, and intermediate $^{87}Sr/^{86}Sr$ (0.70541 – 0.70607) and $^{143}Nd/^{144}Nd$ (0.51251 – 0.51262) before showing decreasing K_2O , Ba and Sr contents.

In this study we present a home-built trace elements AFC model to quantify assimilation, fractional crystallization from which we argue that the differentiation of Konya volcanic rocks is mainly controlled by fractional crystallization of plagioclase, amphibole and pyroxenes, and assimilation of basement rocks, which overprints the source characteristics. Results of EPMA suggest an active magmatic system with periodic rejuvenation and recharge events. Trace element spectra and ratios (Ba/Nb, Ba/La, Ba/Ta, Rb/Y, Nb/Y) exhibit subduction signatures, which increase through time(?). From this data we infer the source to be a heterogeneous metasomatized lithospheric mantle.

Geochronologic constraints indicate that the mineralization (Doganbey-porphyry and Inlice epithermal) occurs during the first magmatic event which is characterized by relatively high $^{87}Sr/^{86}Sr$ and Dy/Yb, and low $^{143}Nd/^{144}Nd$ and Sr/Y. We infer the characteristic isotopic composition of this first magmatic event to a long residence time in the continental crust where important wall-rock assimilation took place. Porphyry-type deposits related magmas typically display high Sr/Y and are thought to fractionate large amounts of amphibole, which is not the case in the first magmatic event of Konya volcanic belt. Therefore, we suggest that the mineralization is related to a relatively water-poor magma that fractionated during a long-time period in the continental crust.

2. Résumé

Les roches du Miocène supérieur au Pliocène de la ceinture volcanique de Konya (Anatolie centrale, Turquie) abritent les deux prospects potentiellement économiques de Doganbey (Cu-porphyre) et d'Inlice (Au-épithermal) dans un contexte post-collisionnel. Des échantillons de neuf dômes volcaniques différents ont été recueillis afin de déterminer les contraintes géochimiques sur l'évolution magmatique dans la région. Des analyses des éléments majeurs et traces dans les roches totales (XRF et LA-ICP-MS), des analyses isotopiques (MC-ICP-MS), des datations Ar-Ar ainsi que des analyses in situ des éléments majeurs dans les minéraux (EPMA) ont été réalisées sur les échantillons. Une migration de l'activité volcanique vers le sud-ouest est observée et liée aux systèmes de failles développés par la tectonique régionale. Les roches échantillonnées sont de composition andésitique à dacitique et montrent des affinités calco-alcalines riches en potassium. Les relations temporelles et les variations chimiques ont permis de distinguer trois événements magmatiques principaux: 12-9 Ma; 7-5 Ma et 4-3 Ma. Les deux premiers événements montrent des gammes de composition similaires avec un appauvrissement relatif en K_2O , une diminution du rapport $^{87}Sr/^{86}Sr$ (0,70752 - 0,70464) et une augmentation du rapport $^{143}Nd/^{144}Nd$ (0,51239 - 0,51270) avec le temps. Le dernier événement est caractérisé par un enrichissement relatif en K_2O , Ba, Sr et des valeurs intermédiaires des rapports $^{87}Sr/^{86}Sr$ (0,70541 - 0,70607) et $^{143}Nd/^{144}Nd$ (0,51251 - 0,51262) avant de montrer une diminution des teneurs en K_2O , Ba et Sr.

Dans cette étude, nous présentons un modèle d'AFC pour quantifier l'assimilation ainsi que la cristallisation fractionnée. Nous suggérons que la différenciation des roches volcaniques de Konya est principalement liée à la cristallisation fractionnée du plagioclase, des amphiboles, des pyroxènes, ainsi qu'à l'assimilation qui masque les caractéristiques de la source. Les résultats de l'EPMA suggèrent un système magmatique actif avec des recharges périodiques. Le spectre des éléments traces et certains rapports (Ba/Nb, Ba/La, Ba/Ta, Rb/Y, Nb/Y) présentent une signature de subduction, qui s'affirme à chaque nouvel événement magmatique. À partir de ces données, nous déduisons que la source est un manteau lithosphérique métasomatisé et hétérogène.

Les contraintes géochronologiques indiquent que la minéralisation (porphyre de Doganbey et épithermal d'Inlice) se produit au cours du premier événement magmatique, caractérisé par des relativement hauts rapports $^{87}Sr/^{86}Sr$ et Dy/Yb, et des rapports $^{143}Nd/^{144}Nd$ et Sr/Y relativement bas. La composition isotopique caractéristique de ce premier événement magmatique est due à un long temps de résidence dans la croûte continentale, où une importante assimilation de roche encaissante a eu lieu. Les magmas liés aux grands gisements de type porphyriques présentent généralement un haut rapport Sr/Y et sont supposés fractionner de grandes quantités d'amphiboles, ce qui n'est pas le cas pendant le premier événement magmatique de la ceinture volcanique de Konya. Par conséquent, nous suggérons que la minéralisation est liée à un magma relativement pauvre en eau qui a fractionné pendant une longue période de temps dans la croûte continentale.