

Effets thermodynamiques de l'extension de la lithosphère sur les roches du manteau - Modélisation et quantification des flux de carbone mantellique vers la croûte

Résumé :

Le Bassin Pannonien est caractérisé par la présence de CO₂ mantellique dans les réservoirs d'hydrocarbures et dans des systèmes d'aquifères. Dans cette thèse, nous proposons une quantification du CO₂ présent dans le manteau lithosphérique Pannonien. En effet, le volcanisme alcalin Miocène-Pliocène de la Bakony Balaton Highland Volcanic Field (BBHVF), au nord-ouest du bassin a remonté des xénolites de péridotite que nous avons pu largement échantillonner et étudier.

Les études texturales et compositionnelles de xénolites mantelliques ont mis en évidence de nombreux épisodes de fusion partielle et métasomatisme. Le dernier épisode métasomatique, enregistré dans les xénolites par les verres, montre que des magmas de type adakite ont percolé et métasomatisé le manteau lithosphérique. Ces magmas sont proposés comme étant issus de la fusion de la lithosphère subductée sous le bassin. Lors du métasomatisme, les magmas ont réagi avec des amphiboles issues d'un précédent épisode métasomatique, pour former les magmas parents de la suite calco-alcaline observée à la surface du bassin. Le budget CO₂ des magmas métasomatisants et du manteau sous Pannonien a été contraint à partir de l'étude des xénolites mantelliques et par une approche innovante couplant : (1) de la microtomographie au rayonnement synchrotron, (2) des mesures NanoSIMS, Raman et microthermométries, et (3) des modélisations thermodynamiques. Les concentrations initiales en CO₂ des magmas métasomatiques (type adakite) ont été estimées entre 9.0 et 25.4 wt. % validant ainsi une source riche en fluides (lithosphère subductée). Une première estimation des teneurs en CO₂ présentes dans le manteau lithosphérique Pannonien a été proposée à ~2000 ppm. Ce réservoir de CO₂ mantellique est vraisemblablement drainé par la Mid Hungarian Zone, un système décrochant majeur traversant l'intégralité du bassin et ayant été actif durant l'essentiel de son histoire. Ce transport est mis en évidence par la caractérisation géochimique fine de gaz riche en CO₂ associés à des aquifères de la BBHVF, portant l'empreinte d'une origine mantellique.

Mots clés : [CO₂ ; manteau terrestre ; métasomatisme ; bassin Pannonien ; pétrologie ; géochimie]

Abstract:

The Pannonian Basin is characterized by mantle-derived CO₂ in hydrocarbon reservoirs and aquifers. This work proposes to provide quantitative data about the CO₂ mantle source, by studying volatile elements associated with magmatic events recorded in the Pannonian Basin lithosphere. Indeed, Miocene-Pliocene alkaline volcanism of the Bakony Balaton Highland Volcanic Field (BBHVF) brought up to the surface peridotite xenoliths showing evidences of CO₂-rich magmatic events. Textural and compositional studies of mantle xenoliths highlighted numerous melting and metasomatic events. The last metasomatic event, recorded in xenoliths by trapped melts, shows that adakite-like magmas have percolated and metasomatized the lithospheric mantle. These magmas are proposed to originate from slab melting in the mantle below the Pannonian Basin. During metasomatism, magmas reacted with amphiboles from a previous metasomatic event, to form parent melts of the calc-alkaline series observed at the surface of the Pannonian Basin. The CO₂ budget of adakite-like magmas and of the mantle below the Pannonian Basin was then constrained by an innovative approach on mantle xenoliths using (1) synchrotron X-ray microtomography, (2) NanoSIMS, Raman spectroscopy and microthermometry, and (3) thermodynamical models. The initial CO₂ concentrations in adakite-like melts were estimated between 9.0 and 25.4 wt. % and are in agreement with a fluid-rich source (slab). A first estimation of the bulk CO₂ concentration in the lithospheric mantle below the Pannonian Basin was proposed at ~2000 ppm. This mantle C reservoir is likely tapped by the Mid Hungarian Zone, a major shear zone crosscutting the whole basin that has been active throughout basin formation. This transfer from mantle to the surface is evidenced by geochemical data from gases associated with CO₂-rich shallow aquifers of the BBHVF, showing a clear mantle origin.

Keywords: [CO₂; terrestrial mantle; metasomatism; Pannonian Basin; petrology; geochemistry]