

Abstract

A detailed mapping, structural and metamorphic studies were carried out in the *Nufenen Pass area* for better understanding of the evolution of deformation and metamorphism of the Helvetic sediments and the adjacent *Corno imbricate zone*. The lithologies present are of Triassic and Jurassic age and consist of meta-pelitic, meta-arenitic, meta-carbonate to meta-marly rocks with a lower amphibolite facies mineralogy. Abundant graphite is present in the Jurassic shales. They are the parautochthonous sediments of the Gotthard massif.

The structural study of the generally NE-SW striking and almost vertically dipping layers identified three deformation phases: A first deformation phase D1 is likely due to the establishment of the Helvetic nappe stack, and built a schistosity S1. During deformation phase D2 the main isoclinal folds formed and a penetrative schistosity S2 is produced. This phase can also be identified in the *Corno imbricate zone*. Porphyroblasts such as clinozoisite, plagioclase, garnet, biotite and amphibole grew post- or syn-D2. A third deformation phase D3 caused a crenulation cleavage S3. The black shale Liassic formation (*garnet schist*, *Knotenschiefer*) are chemically distinct and can be chemically distinguished by their major element composition.

Metamorphic conditions were estimated based on the garnet-biotite exchange thermometry, Raman graphite thermometry, Raman quartz inclusion barometry and thermodynamic phase petrology modeling using the Theriak-Domino software package. Sigma garnet clasts and increased pressure conditions measured were obtained for the *Corno imbricate zone*, which allows to confirm the suggested shear zone proposed by various authors. Maximum temperature is assumed to be achieved after maximum pressure once the units were juxtaposed. Fluid compositions reveal that they were water rich, but significant amounts of CO₂ were present. Ignoring the CO₂ content, by assuming pure water, which was done by previous authors, overestimates temperatures from phase petrology modelling. X_{CO2} values of up to 0.25 are suggested by the mineral paragenesis.

The present study did not find temperature increases associated with the *Corno thrust zone* in contrast to what was proposed in the literature, nor could a ductile thinning be confirmed, as proposed in the literature.

Résumé

Une cartographie détaillée et des études structurales et métamorphiques ont été réalisées dans la région du *col de Nufenen* pour mieux comprendre l'évolution de la déformation et du métamorphisme des sédiments helvétiques et de la zone adjacente de *l'écaille de Corno*. Les lithologies présentes sont d'âge triasique et jurassique et consistent en des roches méta-pélitiques, méta-arénitiques, méta-carbonatées à méta-marneuses avec une minéralogie de faciès amphibolite inférieur. Le graphite est abondant dans les schistes jurassiques. Ce sont les sédiments parautochtones du massif du Gotthard.

L'étude structurale des couches à orientation générale NE-SW et à pendage presque vertical a permis d'identifier trois phases de déformation : Une première phase de déformation D1 est probablement due à l'établissement de l'empilement des nappes helvétiques, et a construit une schistosité S1. Pendant la phase de déformation D2, les principaux plis isoclinaux se sont formés et une schistosité pénétrante S2 s'est produite. Cette phase peut également être identifiée dans la zone de *l'écaille de Corno*. Des porphyroblastes tels que la clinozoisite, le plagioclase, le grenat, la biotite et l'amphibole se sont développés post- ou syn-D2. Une troisième phase de déformation D3 a provoqué un clivage crénelé S3. Les schistes noirs de la formation Liassic (*schiste grenat*, *Knotenschiefer*) sont chimiquement distincts et peuvent être distingués par leur composition en éléments majeurs.

Les conditions métamorphiques ont été estimées sur la base du thermomètre d'échange grenat-biotite, de la thermométrie Raman du graphite, de la barométrie Raman des inclusions de quartz et de la modélisation pétrologique des phases thermodynamiques à l'aide du logiciel Theriak-Domino. Les clastes de grenat sigmoïdales et les conditions de pression élevées ont été obtenus pour la zone de *l'écaille de Corno*, ce qui permet de confirmer la zone de cisaillement suggérée par divers auteurs. On suppose que la température maximale est atteinte après la pression maximale, une fois les unités étaient juxtaposées. Les compositions des fluides révèlent qu'ils étaient riches en eau, mais que des quantités significatives de CO₂ étaient présentes. Ignorant la teneur en CO₂ en supposant l'eau pure, ce qui a été fait par les auteurs précédents, surestime les températures à partir de la modélisation pétrologique des phases. Des valeurs de X_{CO2} allant jusqu'à 0,25 sont suggérées par la paragenèse minérale.

La présente étude n'a pas trouvé d'augmentation de température associée à *la zone de chevauchement de Corno*, contrairement à ce qui a été proposé dans la littérature, et il n'a pas été possible de confirmer un amincissement ductile, comme proposé dans la littérature.