



**UNIVERSITÉ
DE GENÈVE**

FACULTÉ DES SCIENCES
Département des sciences
de la Terre



Master in Earth Sciences

By NOROÑA MUÑOZ, Eliana

Ordovician magmatic and tectonic history of the Alpine basement in the Aar Massif and the Gotthard Nappe: U-Pb geochronology, trace elements and initial Hf isotopic composition of zircon



Under the supervision of:

Dr SPIKINGS, Richard

Dr SCHALTEGGER, Urs

Université de Genève

11.06.2024

STATEMENT

I certify that all statements in this text, that are not the result of my personal reflection, are attributed to the appropriate literature and that any passage copied from another source is placed in quotes.

DISCLAIMER

The information contained in this report is part of an academic exercise and represents the work of the author and neither the ELSTE nor the University of Geneva. The author and the ELSTE disclaim any liability in connection with the use of this information.

COPYRIGHT

Quotations from this memoire are permitted only if they serve as a comment, reference or demonstration to the user. The quote must imperatively mention the source and the author's name. The Swiss federal law on copyright and Neighbouring Rights (LDA) are applicable.

Ordovician magmatic and tectonic history of the Alpine basement in the Aar Massif and the Gotthard Nappe: U-Pb geochronology, trace elements and initial Hf isotopic composition of zircon.

Abstract

Tectonic models of the Ordovician magmatism in the Swiss Alps are hindered by a paucity of precise U-Pb data with modern dating techniques and the lack of undisturbed pre-Alpine mineral assemblages, which were repeatedly overprinted during the Variscan and the Alpine orogenies. The Ordovician magmatism is recorded by the polymetamorphic Alpine basement, which is exposed in the Aar Massif and the Gotthard Nappe as a window. To suggest the tectonic framework of the Alpine basement evolution in northern Gondwana prior to the Variscan collision we attempt to constrain the tectonic origin and the crystallization age of the metamorphic rocks of two complexes: Gärsthorn Gneiss Complex in the Aar Massif and the Streifengneis Complex in the Gotthard Nappe, using whole-rock and zircon geochemistry, zircon U-Pb dating (LA-ICPMS) and Hf isotopic analysis (LA-MC-ICPMS) of zircon. Cathodo-luminescence images and Concordia U-Pb plots of zircon reveal three age domains related to a specific zone of the internal zircon texture: Inherited Precambrian and Cambrian cores (1950 – 512 Ma), Ordovician (446 – 462 Ma) bright oscillatory overgrowth zones and Variscan (308 – 316 Ma) dark oscillatory overgrowth zones. The crystallization age of these two complexes suggest that the Gärsthorn Gneiss Complex and the Streifengneis Complex underwent an Ordovician melting event. Major oxide and trace element abundances and Hf isotopic compositions show that peraluminous, SiO₂-rich, high K₂O abundances (values up to 5.69 wt%), calc-alkaline and arc-type signature rocks with ϵHf intervals between -14 and +10 of these complexes are anatectites, formed by partial melting of recycled heterogeneous continental crustal material. The arc-type signature is interpreted as inherited from the metasedimentary source, whose detrital material consisted of eroded sediments of ancient

cratonic crust and continental Pan-African and Cadomian arcs of Precambrian to Cambrian age exposed in northern Gondwana. These data, together with the presence of arc-type rocks (ca. 523 Ma) in the Austroalpine basement located near the external massifs, which suggest the existence of an active margin setting 75 Ma before the Ordovician melting event, support suggestions for a subduction accretion complex as the tectonic framework for the Ordovician anatectic magmatism in the Alps. We discard the rifting scenario for the absence of Ordovician dykes of mafic endmembers in the Alps and the proximity of a subduction zone suggested by the presence of eclogites (ca. 460 to 470 Ma) in the Gotthard Nappe.

Key words: Polymetamorphic basement, anatectites, partial melting, recycled material, geochemistry, geochronology, isotopes.

Histoire magmatique et tectonique ordovicienne du socle alpin dans le Massif de l'Aar et la Nappe du Gothard: Géochronologie U-Pb, éléments traces et composition isotopique Hf initiale du zircon.

Résumé

Les modèles tectoniques du magmatisme ordovicien dans les Alpes suisses sont entravés par le manque de données U-Pb précises obtenues à l'aide de techniques de datation modernes et par l'absence d'assemblages minéraux préalpins non perturbés, qui ont subi de nombreux bouleversements au cours des orogénies varisque et alpine. Le magmatisme ordovicien est enregistré par le socle alpin polymétamorphique, qui est exposé dans le massif de l'Aar et la nappe du Gothard en tant que fenêtre. Pour suggérer le cadre tectonique de l'évolution du socle alpin dans le nord du Gondwana avant la collision varisque, nous tentons de contraindre l'origine tectonique et l'âge de cristallisation des roches métamorphiques de deux complexes: Le complexe gneissique du Gärsthorn dans le massif de l'Aar et le complexe du Streifengneis dans la nappe du Gothard, en utilisant la géochimie de la roche entière et du zircon, la datation U-Pb du zircon (LA-ICPMS) et l'analyse isotopique du Hf (LA-MC-ICPMS) du zircon. Les images de cathodoluminescence et les tracés Concordia U-Pb du zircon révèlent trois domaines d'âge liés à une zone spécifique de la texture interne du zircon: Les noyaux précambriens et cambriens hérités (1950 - 512 Ma), les zones de chevauchement oscillatoires brillantes de l'Ordovicien (446 - 462 Ma) et les zones de chevauchement oscillatoires sombres du varisque (308 - 316 Ma). L'âge de cristallisation de ces deux complexes suggère que le complexe gneissique du Gärsthorn et le complexe du Streifengneis ont subi un événement de fusion à l'Ordovicien. Les abondances des oxydes majeurs et des éléments traces ainsi que les compositions isotopiques du Hf montrent que les roches peralumineuses, riches en SiO₂, à forte abondance de K₂O (valeurs allant jusqu'à 5,69 % en poids), calco-alcalines et de type arc avec des intervalles ϵ_{Hf} entre -14 et +10 de ces complexes sont

des anatectites, formées par la fusion partielle d'un matériau crustal continental hétérogène recyclé. La signature de type arc est interprétée comme étant héritée de la source métasédimentaire, dont le matériau détritique était constitué de sédiments érodés de l'ancienne croûte cratonique et des arcs continentaux panafricains et cadomiens d'âge précambrien à cambrien exposés dans le nord du Gondwana. Ces données, ainsi que la présence de roches de type arc (vers 523 Ma) dans le socle austro-alpin près des massifs externes, qui suggèrent l'existence d'une marge active 75 Ma avant la fusion ordovicienne, soutiennent les suggestions d'un complexe d'accrétion en subduction comme cadre tectonique du magmatisme anatectique ordovicien dans les Alpes. Nous rejetons le scénario du rifting en raison de l'absence de dykes ordoviciens contenant des éléments mafiques dans les Alpes et de la proximité d'une zone de subduction suggérée par la présence d'éclogites (vers 460-470 Ma) dans la nappe du Gothard.

Mots clés: Socle polymétamorphique, anatectites, fusion partielle, matériaux recyclés, géochimie, géochronologie, isotopes.