

Contact metamorphism and emplacement of the western Adamello tonalite

Floess David ; 2013

Supervisor: Prof. Lukas Baumgartner (ISTE)

La Terre est en perpétuel mouvement et les forces tectoniques associées à ces mouvements se manifestent sous différentes formes. Les volcans en sont l'un des exemples les plus impressionnants, mais comme les icebergs, les laves émises en surface ne représentent que la pointe d'un vaste système caché dans les profondeurs. Ce système est constitué d'une région source, région où la roche source fond et produit le magma ; ce magma peut s'accumuler dans cette région source ou être transporté à travers différents conduits dans des réservoirs où le magma est stocké. Ce magma peut cristalliser in situ et produire des roches plutoniques ou alors être émis en surface. Un magma représente un mélange entre un liquide et des cristaux. Ces cristaux peuvent être extraits de la source ou se former tout au long du chemin jusqu'à l'endroit final de cristallisation. L'étude de ces cristaux peut ainsi donner des informations sur l'ensemble du système magmatique. Au contraire, les roches encaissantes fournissent des informations sur le niveau d'emplacement de l'intrusion. En effet ces roches enregistrent les effets thermiques et mécaniques imposés par le magma. Pour une meilleure compréhension du système, les deux parties, magmatique et métamorphique, doivent être intégrées. Cette thèse a pour but de montrer que les informations issues de l'étude des roches magmatiques et des roches encaissantes sont complémentaires. C'est un processus itératif qui utilise les contraintes d'un domaine pour améliorer la compréhension de l'autre.

Comprendre l'histoire des roches encaissantes n'est pas toujours aisé. Ceci est démontré dans le chapitre deux, où un modèle de formation des grenats observés sous forme d'agrégats dans l'auréole de contact est proposé. Des fragments de grenats plus vieux que les roches intrusives montrent une zone de surcroissance générée par l'apport thermique produit par la mise en place du pluton adjacent. La formation des agrégats de grenats n'est donc pas le résultat d'un seul événement, comme on le décrit habituellement, mais d'un processus en deux phases, soit l'altération de vieux grains engendrant une fracturation de ces grenats, puis la formation de zone de surcroissance autour de ces différents fragments expliquant la texture en agrégats observée. Cette interprétation en deux phases est importante, car elle engendre des différences notables lorsque l'on applique des méthodes pétrologiques comme la thermobarométrie, la géochronologie ou encore lorsque l'on étudie la distribution relative de la taille des grains.

Les conditions thermales dans l'auréole de contact dépendent fortement du mode d'emplacement de l'intrusion et c'est pourquoi il est nécessaire de d'abord comprendre le pluton avant de faire des conclusions sur son auréole de contact. Une étude de terrain des roches intrusives ainsi qu'une étude géochimique, géochronologique et structurale est présente dans le troisième chapitre. Cette étude apporte des informations importantes sur la formation de l'intrusion mais également de nouvelles connaissances sur la nature de grands plutons homogènes et la structure de système magmatique en général. L'emplacement incrémental est mis en évidence et l'existence d'un réservoir intermédiaire en-dessous des plutons homogènes est proposée.

Le quatrième chapitre de cette thèse illustre comment utiliser l'information extraite des roches encaissantes pour expliquer la mise en place de l'intrusion. Les températures obtenues par la combinaison des observations de terrain et l'assemblage métamorphique sont utilisées avec des modèles thermiques pour contraindre l'activité magmatique au contact direct de cette auréole. Au lieu d'utiliser le modèle thermique pour vérifier le résultat pétrologique, une approche inverse a été choisie. Les paramètres du modèle ont été changés jusqu'à ce qu'on obtienne une correspondance avec les températures observées dans l'auréole de contact. Ceci montre qu'il y a peu de combinaisons qui peuvent expliquer les températures et qu'on peut contraindre la fréquence de l'activité magmatique d'un ancien système magmatique de cette manière.

Dans le cinquième chapitre, les processus contrôlant l'anisotropie de la susceptibilité magnétique des roches intrusives sont expliqués à l'aide d'images de la distribution des minéraux dans les roches obtenues par tomographie 3D. Le signal associé à l'anisotropie de la susceptibilité magnétique est une fonction de la forme et de la distribution des grains ferromagnétiques. Ce signal est fréquemment utilisé pour déterminer la direction de mouvement d'un magma. En accord avec d'autres études de la

littérature, les résultats montrent que le signal est dominé par la forme des cristaux magnétiques, ainsi que par la distribution des agglomérats de ces minéraux dans la roche.

Dans le sixième chapitre, une étude associée à la fusion partielle de carbonates dans les roches encaissantes est présentée. Si la présence de liquides carbonatés dans les auréoles de contact a été proposée sur la base d'expériences de laboratoire, notre étude démontre clairement leur existence dans la nature. La fusion partielle est documentée par des microstructures caractéristiques pour la présence de liquides ainsi que par des données géochimiques et structurales. Les conditions nécessaires sont loin d'être extrêmes et ce processus pourrait être plus fréquent qu'attendu. Les liquides carbonatés sont très mobiles et peuvent circuler le long des limites de grain avant d'infiltrer d'autres roches en produisant une modification de leurs assemblages minéralogiques.

Finalement, une curiosité minéralogique est présentée dans le chapitre sept. L'assemblage de minéraux de magnésite et de calcite en équilibre apparent est observé. Il est bien connu que ces deux carbonates ne sont pas stables ensemble dans le système CaO-MgO-FeO-CO_2 . En effet, la magnésite et la calcite devraient réagir et produire de la dolomite pendant le métamorphisme. L'explication présentée pour cet assemblage a priori « interdit » est qu'un liquide carbonaté provenant des roches adjacentes infiltre cette roche et est responsable de cette microstructure. Une autre implication associée à la présence de carbonates fondus est que la roche encaissante montre une diminution drastique de sa résistance et que les propriétés physiques de cette roche deviennent comparables à celles de la roche intrusive. Cette modification des propriétés rhéologiques des roches encaissantes peut faciliter la mise en place des roches intrusives.

Ces différentes études démontrent bien le processus itératif utilisé et l'intérêt d'étudier aussi bien les roches intrusives que les roches encaissantes pour la compréhension des mécanismes de mise en place des magmas au sein de la croûte terrestre.