

## The role of magma rheology during emplacement of the Listino Suite, Adamello Massif, Italy

VERBERNE, Roel ; 2013

*Supervisor: Prof. Othmar Müntener (ISTE)*

L'un des principaux mécanismes reconnus pour la formation de la nouvelle croûte continentale est le magmatisme. Des magmas initialement issus de la fusion du manteau vont être progressivement injectés dans la croûte inférieure puis ensuite transportés dans la croûte moyenne ou supérieure où ils vont soit s'injecter et cristalliser sous forme de plutons soit pouvoir atteindre la surface de la Terre. Ces transferts de magma sont responsables de la formation de grands volumes de croûte continentale. Les remontées des magmas et leurs mises en place sont contrôlées, principalement, par la densité et la viscosité des magmas et de la croûte encaissante. Ces paramètres dépendent fortement des proportions de liquide magmatique, de cristaux et de la phase gazeuse qui constituent le magma. Ainsi, les transitions de phases (cristallisation, fusion et exsolution volatile) qui modifient les proportions de liquide, cristaux et gaz dans les magmas vont fortement influencer les propriétés thermiques et mécaniques de ces magmas et, par la même, influencer le mode de mise en place des plutons dans la croûte supérieure. Pour ce travail, une approche combinée entre l'étude des roches sur le terrain et une analyse expérimentale a été adoptée afin de contraindre les relations entre les proportions des différentes phases et les conditions rhéologiques des roches lors de la formation du batholite calco-alcalin de l'Adamello, situé au nord-est de l'Italie. Ceci permet de préciser l'importance de la rhéologie des roches vis-à-vis des mécanismes de différenciation lors de la mise en place des magmas mafiques à siliciques dans le batholite de l'Adamello.

La croissance des plutons semble se produire par l'injection successive de petits volumes de magmas plutôt que par la mise en place d'une seule grosse injection de magma, mais des contacts intérieurs clairs manquent souvent. Ces injections multiples produisent un magma hôte dont les caractéristiques physiques peuvent varier d'un magma pratiquement solide à un magma encore chaud et pauvre en cristaux, ce qui représente une rhéologie complexe du magma encaissant. Lors de la mise en place de nouvelles injections de magma, la nature du magma encaissant, de même que les paramètres liés aux nouveaux magmas eux-mêmes (volumes, compositions, températures et vitesses d'injection) vont jouer un rôle prépondérant pour définir les différents types de contacts que l'on observe sur le terrain. En fonction du mode de déformation des magmas impliqués, la mise en place des injections de magma peut produire des filons, des feuilletés, des enclaves ou des magmas hybrides. Il est donc possible de déterminer l'état physique des magmas en étudiant ces styles d'interaction. Afin de relier les relations de terrain à l'état physique du magma au moment de la mise en place, plusieurs méthodes ont été employées (voir le chapitre 3). Il s'agit d'abord de l'étude pétrologique classique des roches (voir chapitre 2), qui est combinée avec des méthodes nouvellement développées intégrant la modélisation analogique et la pétrologie de phase. Un aspect central des méthodes utilisées ici est que l'état physique du magma évolue au cours du temps en fonction du taux de déformation et du degré d'interaction des magmas.

Toutes les contraintes spatiales, pétrographiques, rhéologiques et temporelles issues de cette étude sont synthétisées dans un modèle de mise en place pour le développement du Complexe Annulaire Listino dans le chapitre 4. Les modèles antérieurs proposent que le Complexe Annulaire Listino représente soit une croissance radiale d'un réservoir magmatique soit un effondrement du toit du réservoir magmatique. Le modèle proposé ici suggère que ce complexe corresponde à la réponse magmatique du soulèvement du toit du réservoir suite à son augmentation de volume rapide. Différentes études ont montré que le mouvement du toit du réservoir peut produire une zone de déformation conique dans la croûte encaissante au-dessus du réservoir magmatique. Contrairement aux études précédentes qui n'ont considéré que les mouvements dans la croûte encaissante, il est proposé ici que cette zone se propage au sein même du réservoir magmatique. En outre, le modèle fournit une explication sur des contacts difficiles à repérer ou même apparemment absents au sein de plutons progressivement construits.

Enfin, le Complexe Annulaire Listino présente un large éventail d'interaction super-solidus élastique jusqu'à ductile, entre les injections séquentielles de magma. Des zircons provenant de différentes injections de magma ont été datés afin de contraindre l'échelle de temps impliquée durant ces processus magmatiques. En utilisant les méthodes de la géochronologie de haute précision U-Pb CA-ID-TIMS, les échelles de temps absolues, durant lesquelles les injections de magma subséquentes interagissent, ont été déterminées. Le chapitre 5 fournit un aperçu des complications qui surviennent lors de l'interprétation des âges de haute précision lorsqu'elle est appliquée à un système magmatique si fortement mobile, où le cannibalisme des injections précédentes est inhérent au système même. En outre, ces données fournissent de nouveaux liens temporels avec la Suite de roches de Lago della Vacca avoisinante, et par rapport aux travaux antérieurs dans la région. De plus, l'étude démontre clairement que malgré les méthodes de haute précision utilisées, certains processus de pertinence géologique ne peuvent pas être résolus, ce qui indique l'importance d'intégrer les facteurs spatiaux, pétrographiques, rhéologiques et temporels avant de tirer des conclusions concernant la mise en place des magmas. En effet, les résultats issus de différentes contraintes individuelles peuvent nous amener à des interprétations tout à fait contradictoires.