



Questions / Réponses 2025-49

Eau, viscosité d'un magma, et dynamisme éruptif

Question

Pouvez-vous me rappeler comment un magma riche en eau peut déclencher une éruption explosive. La viscosité du magma me semble atténuée par l'eau qui a tendance à briser les polymères de silice ? Merci pour votre réponse.

Réponse

Plusieurs facteurs diminuent la viscosité d'un magma : la température, l'eau, le chimisme global (notamment le rapport Si/O, l'oxygène pouvant être relié à d'autres atomes que Si..., et la teneur en éléments volatils). Une faible viscosité (= une forte fluidité) n'est pas favorable à un dynamisme **explosif**.

La présence de cristaux, et la taille de ces derniers au sein du magma influencent également cette viscosité : la présence de cristaux joue sur la porosité résiduelle du magma et ainsi sur sa migration et son explosivité : peu de cristaux, forte porosité d'où bonne mobilité. Inversement, quand les cristaux sont nombreux.

Au cours de la remontée d'un magma, qu'elle soit « active » (cas des magmas granitiques qui par diapirisme repoussent généralement l'encaissant) ou « passive » (cas des magmas basaltiques - plus rarement granitiques - qui exploitent une fracturation existante), la température diminue, la pression chute, d'où une plus forte viscosité, ce qui peut favoriser l'explosivité.

Concernant l'eau plus précisément, elle est soluble dans les magmas : elle peut être incorporée dans le liquide silicaté (c'est là qu'elle intervient comme modificateur du réseau de tétraèdres et baisse la viscosité du magma puisqu'elle brise la continuité du réseau tridimensionnel) mais, en fonction du couple P,T (P faible : 1 à 4 kbars et T élevée : > 800°C), on peut avoir un **mélange liquide silicaté sursaturé / vapeur**. Un tel dégazage (vapeur d'eau + éléments volatils) augmente la viscosité du liquide résiduel et peut donc favoriser l'explosivité (ce que vous connaissez lors d'une évolution magmatique avec forte différenciation : le magma résiduel devient de plus en plus visqueux, cf en chaîne des Puys, l'évolution connue avec le Sarcoui... ou les nappes de ponce) !

Un magma initialement riche en eau (par exemple en zone de subduction, mais aussi au sein d'une croûte fortement hydratée) peut évoluer rapidement vers ce mélange. Ça peut également être le cas lors d'une remontée d'un magma initialement peu saturé en eau qui lors de son ascension traverse son seuil de solubilité. Dans ces cas, le dégazage (bulles de vapeur d'eau...) détermine l'explosion si la pression fluide dépasse la résistance du toit : il y aura expulsion dans l'atmosphère du mélange solide (débris du toit pulvérisé) / liquide / vapeur (cf les nuées ardentes). Si la pression fluide est insuffisante, le mélange liquide/vapeur atteint son solidus et cristallise et les éléments contenus dans la phase vapeur précipitent pour donner des minéraux notamment hydroxylés, caractéristiques des filons hydrothermaux ou des poches pegmatitiques.

Le dégazage des magmas granitiques peut cependant déclencher une explosion, à cause de leur grande viscosité (des pressions de fluides de 50 à 500 MPa peuvent être induites par l'emprisonnement des bulles de vapeur au sein d'un liquide très visqueux). D'où des brèches pegmatitiques en profondeur... et une remontée d'eau vers la surface sous forme thermale.

N'oubliez pas, également, que l'existence de possibles « effets amphibole » en présence d'eau lors de la remontée d'un magma, favorise le dynamisme explosif.