



Questions / Réponses
2025-39

Magmatisme et taux de fusion

Question

Concernant le taux de fusion, je connais la formule, tout ça. Mais, je ne vois pas bien ce que « ça veut dire ». Notamment à quelles conditions déduit-t-on que la fusion est incongruente à partir d'un taux de fusion et pourquoi ? Et je ne comprends pas bien, de ce fait, le lien entre taux de fusion faible et enrichissement en incompatibles du magma. D'avance, merci

Réponse

Apparemment, vous faites référence au magmatisme et au taux de fusion d'une roche-mère. Quelques rappels pour commencer.

Le taux de fusion

Rappelez-vous tout d'abord qu'un magma, quel qu'il soit, est toujours issu d'une fusion partielle ! Le taux de fusion, sera donc la quantité de fondu par rapport au matériel initial.

Si on part d'une fusion partielle de péridotite (cas des magmas « basaltiques »), par exemple un matériel de type lherzolite, ce taux dépend des conditions associées au contexte géodynamique : 5 % environ pour un point chaud (exemple pour la série alcaline), 10 à 12 % pour une zone de subduction (ce taux dépend fortement de la quantité d'eau impliquée...), 15 à 20 % pour une dorsale (exemple pour la série tholéiitique).

Il faut bien voir que, selon le taux de fusion, la composition chimique du magma primaire ne sera pas la même ! Si vous faites fondre 5 % ou 20 % de péridotite (par exemple une lherzolite), vous aurez touché peu ou beaucoup d'éléments fusibles. Vous rejoignez là les problèmes de compatibilité et d'incompatibilité, cf la **mini-synthèse** « magmas et différenciation magmatique » sur ce site.

⇒ *Le taux de fusion règle donc (mais il n'est pas le seul) la composition chimique du magma primaire et par là des roches qui en sont issues.*

Fusion, congruence et incongruence

On parle de fusion congruente, incongruente... comme on parle de dissolution congruente ou incongruente. Magmatisme, altération d'un calcaire ou d'un gypse, d'un granite... même problème : que deviennent des édifices cristallins (= des minéraux) lorsqu'ils sont soumis à un passage solide -> solution dans un liquide !

Une réaction de fusion tout comme une réaction de dissolution est une réaction chimique entre différentes espèces minérales comme le sont les réactions métamorphiques, mais *impliquant une phase liquide*.

Ainsi, ces processus peuvent être décrits par des réactions chimiques impliquant un liquide magmatique comme un des produits de la réaction, ou un liquide d'hydrolyse, de dissolution...).

Par exemple : la réaction « classique » de formation de liquides granitiques à l'eutectique du système Quartz-Albite-Orthose peut s'écrire : $Qz + Ab + Or + H_2O \rightleftharpoons$ Liquide.

REACTION CONGRUENTE

Par définition, on qualifie de *congruente* une réaction de fusion, dissolution... durant laquelle seul du liquide est formé, par exemple : (1) $Qz + Ab + Or + H_2O \rightleftharpoons$ liquide... lors des expériences de fusion du mélange et qu'on

franchit le liquidus. Dans le cas des processus de dissolution ou d'hydrolyse, tous les éléments « attaqués » par l'eau se retrouvent donc sous une forme dissoute dans le liquide résultant, donc sous forme d'ions (exemple : calcite + eau \rightarrow $\text{H}_2\text{O} + \text{Ca}^{2+} + \text{CO}_3^{2-}$, etc...).

REACTION INCONGRUENTE

A l'inverse, si une nouvelle phase solide se forme/persiste au cours de cette réaction, ce qui se passe lors de la fusion *partielle*, on parle de fusion *incongruente*, par exemple : $(2) \text{Bt} + \text{Ab} + \text{Qz} + \text{AIS} \rightleftharpoons \text{Liquide} + \text{Gt} + \text{FK}$

Dans le cas de l'altération, on peut avoir des dissolutions partielles, des hydrolyses incomplètes... et souvent (cas des silicates) la différence entre la congruence et l'incongruence est le fait du climat (par exemple le quartz est congruent sous climat tropical puisqu'il donne de la « silice colloïdale » et sous climat tempéré ou froid, il ne donne rien ou un tout petit peu d'incongruence.

- ⇒ *Entre congruence et incongruence, interviennent donc un certain nombre de facteurs : la température (le degré de fusion...), la nature des matériaux engagés, la quantité de matériaux engagés, le temps de réaction.*
- ⇒ *Il existe donc un lien entre fusion partielle et incongruence (comme il en existe un entre altération et congruence...).*

A quelles conditions déduit-t-on que la fusion est incongruente à partir d'un taux de fusion ?

La question ne peut être formulée ainsi.

Qui dit fusion partielle dit production d'une phase liquide, mais il reste des résidus solides, et des minéraux peuvent très vite se reformer : une fusion partielle est toujours incongruente, fortement incongruente lorsqu'il s'agit d'une fusion mantellique, plus congruente lorsqu'il s'agit d'une anatexie crustale.

Il est alors évident que le taux de fusion partielle, notamment s'il s'agit de péridotites, aura des incidences sur le taux de liquide formé et donc sur le caractère incongruent ou moins incongruent (= plus congruent) de la fusion...

Lien entre « taux de fusion faible et enrichissement en incompatibles du magma »

Consultez la **mini-synthèse** « magmas et différenciation magmatique » mise en ligne sur le site... L'essentiel y est indiqué.