

# Recombinaisons-réactions

## 1 INTRODUCTION

De l'accrétion sous-marine à l'orogénèse taconienne, les conditions de pression et de température ainsi que la nature de l'environnement proche : magmas, fluides hydrothermaux, etc, ont très fortement évoluées au cours du temps. Ces bouleversements ont permis certaines migrations d'éléments chimiques, des recombinaisons chimiques et minéralogiques, et des réactions entre minéraux, pour finalement conduire à la formation des grenats d'Asbestos.

Ce sont ces différents mécanismes que nous allons aborder maintenant.

## 2 SERPENTINISATION

### 2.1 Définition

La serpentinite est une roche composée de l'un au moins des minéraux du groupe de la serpentine. Ce groupe est constitué de phyllosilicates hydratés de fer et de magnésium satisfaisant à la formule générique  $(\text{Mg,Fe})_3 \text{Si}_2\text{O}_5 (\text{OH})_4$ . Ils peuvent également contenir d'autres éléments comme le chrome, le manganèse, le cobalt ou le nickel.

Il s'agit donc de minéraux en solution solide entre les deux pôles limites, la lizardite : pôle magnésien  $\text{Mg}_3 [(\text{OH})_4[\text{Si}_2\text{O}_5]]$  et un pseudo pôle ferreux : la greenalite  $\text{Fe}_{2-3} [(\text{OH})_4[\text{Si}_2\text{O}_5]]$ .

Néanmoins, les serpentines des fonds océaniques sont très majoritairement formés de lizardite, le fer étant rejeté principalement sous la forme de magnétite.

### 2.2 Formation

Les serpentinites sont issues de la serpentinitisation, transformation métamorphique et hydrothermale de roches ultramafiques provenant du manteau terrestre.

Ainsi, les péridotites et autres dunites de la croûte océanique vont donner des serpentines, associée à d'autres minéraux comme la brucite et la magnétite.

#### 2.2.1 Réactions de serpentinitisation

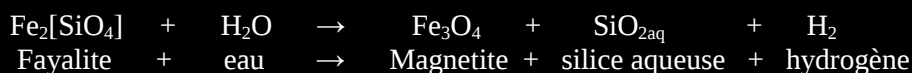
La serpentine est produite principalement à partir de l'olivine selon plusieurs mécanismes possibles, dont certains se décomposent en plusieurs étapes successives :

L'olivine est une solution solide de forstérite (pôle limite magnésien :  $\text{Mg}_2[\text{SiO}_4]$ ) et de fayalite (pôle limite ferreux :  $\text{Fe}_2[\text{SiO}_4]$ ).

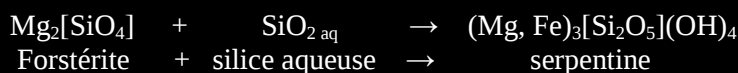
##### 2.2.1.1 Mécanisme principal

Soient les réactions :

Réaction 1a:



Réaction 1b:



### 2.2.1.2 Autres mécanismes

D'autres réactions sont possibles conduisant notamment à la formation de brucite  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ , ainsi que d'autres réactions avec élimination de magnésium et de silice.

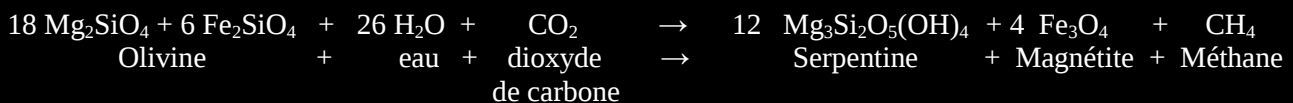
Il peut se produire notamment un mécanisme réactionnel à partir de minéraux du groupe des pyroxènes. Toutefois, ce mécanisme est plus compliqué, en partie à cause de la complexité des produits due aux domaines étendues de solutions solides des pyroxènes et des mélanges olivine-pyroxènes. En plus des minéraux du groupe de la serpentine tels que antigorite, lizardite ou chrysotile, il peut y avoir en plus formation de talc et de chlorite magnésienne ; la composition minéralogique finale dépendant des compositions des roches mères et de celles des fluides, ainsi que des conditions de pression et de température.

L'antigorite  $(\text{Mg}, \text{Fe})_3[\text{Si}_2\text{O}_5](\text{OH})_4$  se forme lorsque la température du métamorphisme est supérieure à  $600^\circ\text{C}$ . La lizardite et le chrysotile se forment à plus basses températures, proche de la surface de la croûte océanique. Les fluides impliqués dans la réaction de serpentinisation sont généralement fortement réactifs et peuvent transporter du calcium et d'autres éléments dans les roches environnantes ; la réaction entre ces fluides et ces roches peuvent créer des zones de réactions métasomatiques enrichies en calcium appelées **rodingites**.

En présence de dioxyde de carbone, la serpentinisation peut former de la magnésite  $\text{MgCO}_3$  ou générer du méthane  $\text{CH}_4$ . Il est en effet supposé que des gaz hydrocarbures sont produits par la serpentinisation à l'intérieur même de la croûte océanique.

Soient les réactions:

#### Réaction 2a:



#### Reaction 2b:



La réaction 2a est favorisée si la serpentinite est pauvre en magnésium et s'il n'y a pas assez de dioxyde de carbone pour promouvoir la formation de talc. La réaction 2b est favorisée par une teneur élevée en magnésium de la roche mère et par une pression partielle en  $\text{CO}_2$  faible.

Le degré de serpentinisation d'une roche ultramafique dépend de la composition de la roche mère et des taux de transport du calcium, du magnésium et d'autres éléments pendant le processus. Si la composition en olivine contient suffisamment de fayalite (pôle Fe), alors l'olivine en présence d'eau, pourra être totalement métamorphosée en serpentine et magnétite.

Toutefois, comme la plupart des roches ultramafiques formées dans le manteau, l'olivine est constituée essentiellement de forstérite (pôle Mg), avec une teneur de l'ordre de 90%. Ainsi, pour que l'olivine puisse réagir totalement en formant de la serpentine, le magnésium doit absolument être expulsé par les fluides, hors de la zone de réaction.

### **2.2.2 Effets des réactions de serpentinisation**

Au cours de la serpentinisation, de grandes quantités d'eau sont absorbées par les minéraux, ce qui a pour effet d'accroître leur volume jusqu'à 40% : ainsi, la densité d'une péridotite brute de 3 300 kg/m<sup>3</sup>, décroît pour n'être plus que de 2 600 kg/m<sup>3</sup> après serpentinisation.

De plus, ce fort accroissement de volume détruit la structure initiale de la roche mère qu'on ne distingue plus après serpentinisation, et ce d'autant plus que les minéraux de la serpentinite sont peu résistants et se comportent comme des matériaux ductiles. Des teneurs de 15 à 20 % de serpentine dans la péridotite suffisent à diminuer la résistance de la roche et peuvent en particulier faciliter le mouvement sur les failles.

Il existe néanmoins certaines masses de serpentine qui sont moins sévèrement déformées, prenant pour preuve la préservation apparente des textures des péridotites, et peuvent se comporter comme des matériaux rigides.

La réaction de serpentinisation est également fortement exothermique (250J/kg de péridotite).et amène les roches jusqu'à des températures de l'ordre de 260°C.

La formation de magnétite consomme de l'oxygène et de l'eau au profit de libération d'hydrogène ; les sulfates et les carbonates sont alors réduits produisant du méthane et du sulfure d'hydrogène.

## **3 RODINGITISATION**

La terminologie « rodingite » a été créée par Bell et al (1911) [1] pour définir des roches semblables à des gabbros, riches en chaux, à grains grossiers à fins, de couleur chamois à rose, composées principalement de grossulaire ou de prehnite dans le complexe ultramafique de Roding River, dans les alentours de Dun Mountain, Nouvelle Zélande.

Depuis cette première définition, de nombreux géologues se sont intéressés aux rodingites, notamment au cours d'études effectuées sur des assemblages tectoniques contenant des péridotites serpentinisées.

En effet, de telles roches calco-siliceuses forment communément des croûtes autour de corps mafiques ou felsiques, en intrusion dans ces péridotites serpentinisées.

Depuis, le terme s'est généralisé à tout type de roche calco-siliceuse, produit métasomatique de l'altération de roches diverses en contact avec de la serpentinite, et, parfois, de la serpentinite elle-même.

Les rodingites sont fréquemment riches en grenats grossulaire et pyroxènes calciques ; épidote, vésuvianite et autres minéraux riches en calcium sont aussi communément présents.