

Production d'H₂ à basse température dans les serpentinites: synthèse et réactivité de la ferrobrucite à T <150°C

William Carlin^{*1,2}, Benjamin Malvoisin¹, Fabrice Brunet¹, Bruno Lanson¹, Nathaniel Findling¹, Martine Lanson¹, Tiphaine Fargetton², Laurent Jeannin², Olivier Lhote³

¹ Univ. Grenoble Alpes, USMB, CNRS, IRD, UGE, ISTerre, France

² Storengy (ENGIE), France

³ Engie Research, ENGIE, France

Il est bien établi que l'interaction entre roches ultrabasiques et fluides hydrothermaux dans la gamme 150-350°C induit la formation de phases hydratées, plus précisément de minéraux de la famille des serpentines et de ferrobrucite, (Mg,Fe)(OH)₂. Ces minéraux sont susceptibles de s'altérer à plus basse température au contact de solutions aqueuses, dans une phase post-serpentinisation, lorsqu'ils sont exhumés en sub-surface. Les observations réalisées sur des échantillons naturels suggèrent que la ferrobrucite est particulièrement sensible à l'altération post-serpentinisation. De plus, la ferrobrucite contient du fer ferreux dont l'oxydation peut potentiellement conduire à la production d'hydrogène (H₂) à basse température. Nous avons étudié expérimentalement l'altération hydrothermale d'une ferrobrucite synthétique de composition Mg_{0,8}Fe_{0,2}(OH)₂ pour des températures inférieures à 150°C. Les calculs thermodynamiques indiquent que la ferrobrucite n'est pas stable à ces températures et qu'elle doit réagir pour former une brucite appauvrie en fer, de la magnétite et de l'H₂. L'analyse par diffraction des rayons X révèle que la brucite synthétique produite possède bien la composition escomptée et qu'elle est similaire en taille (~ 25 nm), structure cristallographique et composition à la ferrobrucite naturelle observée dans les échantillons du projet de forage d'Oman.

Cette ferrobrucite synthétique est ensuite mise à réagir dans des conditions hydrothermales à des températures inférieures à 150°C pendant une durée pouvant atteindre jusqu'à un mois. Les produits de réaction sont caractérisés par diffraction des rayons X sur poudre (raffinement de Rietveld), analyse thermogravimétrique et microscopie électronique à balayage. Ils sont constitués de magnétite, d'un hydroxyde double lamellaire (la pyroaurite) et d'un minéral qui s'apparente à la ferribrucite (c'est-à-dire à une brucite contenant du Fe³⁺). La transformation progressive de la ferrobrucite en ferribrucite s'accompagne d'une contraction de la maille cristalline qui résulte de la présence de Fe³⁺. Des mécanismes de substitution sont testés sur la base des données d'affinage de Rietveld.

Les résultats seront présentés à la lumière d'observations publiées sur la ferrobrucite naturelle associée aux serpentinites afin de contraindre les relations de phase de ce minéral à basse température et d'en analyser le potentiel à produire de l'H₂ dans ces conditions.

Mots-Clés : brucite, serpentinite, expérimentation, LDH, affinement Rietveld

*Intervenant