
Birnessite : un nouvel oxydant pour la synthèse de rouille verte

Romain Coustel*¹, Amira Doggaz¹, Pierrick Durand², François Humbert¹, and Christian Ruby¹

¹LCPME (LCPME) – CNRS Université de Lorraine – 405 rue de Vandoeuvre 54600 Villers-lès-Nancy, France

²Cristallographie, Résonance Magnétique et Modélisations (CRM2) – Université de Lorraine, Centre National de la Recherche Scientifique – Université de Lorraine - Faculté des Sciences, boulevard des Aiguillettes, BP 70239, 54506 Vandoeuvre-les-Nancy Cedex, France

Résumé

Le fer et le manganèse sont des éléments abondants de l'environnement (1-2). Dans le milieu naturel, ils sont présents sous différentes formes parmi lesquelles on peut citer la fougèrite qui est un hydroxyde double lamellaire FeII-FeIII communément appelé rouille verte et la birnessite qui est un oxyde lamellaire MnIII-MnIV. Ces deux minéraux sont notamment connus pour leurs réactivités redox. La compréhension des interactions entre les espèces du Fe et du Mn doit permettre d'affiner la description de leurs cycles biogéochimiques respectifs. Dans cette étude (3), le mélange {Fe(OH)₂, FeII aq} a été oxydé par de la birnessite dans un milieu riche en ions sulfate et en présence ou non d'oxygène dissous. Au-delà du suivi de l'évolution du milieu réactionnel au cours du processus d'oxydation par des mesures de potentiel et de pH, les produits d'oxydation ont été caractérisés par diffraction des rayons X, photoémission des rayons des X et spectrométrie Mössbauer. En condition aérobie et en absence de birnessite, un rapport initial FeII/OH⁻ = 0,6 conduit à la formation de rouille verte au cours d'une première étape ; la cinétique de cette étape est accélérée en présence de birnessite. Au cours d'une seconde étape, l'oxydation de la rouille verte aboutit à la formation de plusieurs phases et notamment une phase spinelle. En condition anaérobie, la seule birnessite oxyde les espèces du FeII pour former de la rouille verte ainsi que d'autres sous-produits. La birnessite pourrait donc participer à la formation de la fougèrite dans les sols hydromorphes.

Références

(1) R.M. Cornell, and U. Schwertmann, U., "The Iron Oxides: Structure, Properties, Reactions, Occurrences and Uses, 2nd ed," John Wiley & Sons: Weinheim, Germany, 2006.

(2) J.E. Post, "Manganese oxide minerals: Crystal structures and economic and environmental significance," Proc. Natl. Acad. Sci. USA 1999, 96, 3447–3454. doi: 10.1073/pnas.96.7.3447

(3) A. Doggaz, R. Coustel, P. Durand, F. Humbert, and C. Ruby, "Birnessite: A New Oxidant for Green Rust Formation," Materials, vol. 13, 3777, Aug. 2020, doi: 10.3390/ma13173777

*Intervenant