Étude des interactions magnétite-Co : des traces de Co dans l'environnement aux nanoparticules cœur-coquille Fe₃O₄@Co(OH)₂ avec applications magnétiques

Laura Fablet^{*1}, Fadi Choueikani², Mathieu Pasturel³, Mathieu Pedrot⁴, and Remi Marsac⁵

¹Géosciences Rennes – Univ Rennes, CNRS, Géosciences Rennes - UMR 6118, F-35000 Rennes, France, UMR 6118 – France

²Synchrotron SOLEIL – Centre National de la Recherche Scientifique, Centre National de la Recherche Scientifique : UR1 – France

³Institut des Sciences Chimiques de Rennes – Université de Rennes, Institut National des Sciences Appliquées - Rennes, Ecole Nationale Supérieure de Chimie de Rennes, Institut de Chimie du CNRS, Centre National de la Recherche Scientifique – France

⁴Géosciences Rennes – Univ Rennes, CNRS, Géosciences Rennes - UMR 6118, F-35000 Rennes, France – France

⁵Géosciences Rennes – Univ Rennes, CNRS, Géosciences Rennes - UMR 6118, F-35000 Rennes, France – France

Résumé

Les nanoparticules de magnétite (NM), Fe₃O₄, sont largement connues comme de puissants adsorbants pour les contaminants dissous tels que les métaux de transition divalents (par exemple Co²⁺). Les NM jouent donc un rôle important dans le comportement et le devenir des contaminants à l'état de traces et sont couramment utilisées pour la dépollution des eaux, par exemple. En outre, la modification de la surface des NM à l'aide de Co²⁺ affecte les propriétés magnétiques des NM, ce qui conduit à une large gamme d'applications de haute technologie. Cependant, les mécanismes impliqués entre la magnétite et les métaux de transition sont encore mal compris en solution aqueuse. Cette étude vise donc à mieux comprendre les mécanismes de sorption du Co et de précipitation en surface sur la magnétite, ainsi que les propriétés chimiques et magnétiques de ces nanoparticules.

Pour ce faire, des NM stœchiométriques (ratio Fe(II)/Fe(III) = 0.5) ont été synthétisés par coprécipitation et des études d'adsorption ont été réalisées avec différentes concentrations de Co à pH = 8 et (NaCl) = 0,01 M. L'isotherme d'adsorption du Co s'est avéré non-linéaire sur les 5 ordres de grandeur de (Co) en solution aqueuse. Ceci a pu être modélisé en supposant la formation (i) de Co²⁺ adsorbé ou incorporé à de faibles charges ((Co)_s ≤ 1 Co/nm²), (ii) de petits polymères de Co à des charges intermédiaires (1 ≤ (Co)_s ≤ 10 Co/nm²) et (iii) la précipitation de Co(OH)₂(s) sur la surface de la magnétite pour les concentrations de Co les plus élevées. La spectroscopie d'absorption des rayons X (XAS) et le dichroïsme circulaire magnétique des rayons X (XMCD) sur les bords d'absorption du Co et du Fe L_{2,3}

*Intervenant

ont confirmé l'existence de trois types de modification de la surface. Ces résultats pourraient être utilisés non seulement pour mieux comprendre l'effet de la magnétite sur le comportement et le devenir des contaminants métalliques dans l'environnement, mais aussi pour optimiser les procédures de synthèse des NMs modifiées par le Co en utilisant l'eau comme solvant pour des applications de haute technologie.

Mots-Clés: Nanoparticules de Fe, éléments traces métalliques, sorption, analyses synchrotron