

Distribution du nickel entre les différentes phases minérales du fer dans les sédiments du lagon de Nouvelle-Calédonie : le rôle ubiquiste des sulfures de fer remis en question ?

Situés à l'interface entre les continents et l'océan, les milieux sédimentaires littoraux sont particulièrement exposés aux impacts des activités anthropiques. La compréhension des cycles biogéochimiques des éléments au sein de ce compartiment est donc essentielle pour évaluer les échanges Terre-Mer et anticiper leur évolution dans le contexte global des changements environnementaux. C'est dans cette optique que des chercheurs de l'IMPIC se sont intéressés à la biogéochimie du fer et du nickel dans les sédiments du lagon de Nouvelle-Calédonie qui sont particulièrement exposés aux apports des massifs latéritiques. En utilisant le rayonnement synchrotron et la microscopie électronique en transmission, ils ont montré que la biogéochimie du fer et du nickel était majoritairement contrôlée par des phases argileuses de type « green-clays », plutôt que par les sulfures de fer qui sont classiquement formés en contexte sédimentaire. Ces résultats viennent questionner le caractère ubiquiste accordé jusqu'à présent au soufre, par rapport au silicium, dans les cycles biogéochimiques des éléments métalliques au cours de la diagenèse précoce des sédiments littoraux tropicaux.

En Nouvelle-Calédonie, l'activité minière augmente l'érosion naturelle des massifs latéritiques et contribue au transport de particules riches en éléments métalliques (Fe, Ni, Mn, Cr et Co) vers les écosystèmes littoraux. Ces derniers sont constitués d'un cordon à mangrove, en premier plan, et d'un lagon délimité par la seconde plus grande barrière récifale du monde, en second plan. Bien que la mangrove retienne une partie des particules latéritiques riches en éléments métalliques émises par les massifs miniers, le lagon de Nouvelle-Calédonie constitue le réceptacle final de ces apports. Ceci soulève la question de l'impact potentiel des apports massifs d'éléments métalliques sur la biodiversité exceptionnelle de cet écosystème partiellement inscrit au Patrimoine Mondial de l'Humanité. C'est dans ce contexte que des chercheurs de l'IMPIC se sont intéressés à la biogéochimie du fer et du nickel dans des carottes sédimentaires prélevées à l'aval d'un des principaux massifs latéritiques miniers de Nouvelle-Calédonie. Les résultats des analyses par spectroscopie d'absorption des rayons X sur dispositif de rayonnement synchrotron réalisées dans le cadre de cette étude ont montré une association majoritaire du fer et du nickel avec des minéraux de la famille des phyllosilicates. Ils ont ainsi souligné la très faible contribution des sulfures de fer, qui jouent classiquement un rôle majeur dans la biogéochimie des éléments métalliques en contexte sédimentaire.

Cette particularité a été interprétée comme la conséquence des proportions relatives de fer sous forme d'oxyhydroxydes de fer (issus de l'érosion des massifs latéritiques) et de soufre sous forme de sulfures dissous (issus de la réduction des sulfates de l'eau de mer par les bactéries sulfato-réductrices), dans un contexte riche en minéraux silicatés (quartz

et albite issus de l'érosion des substrats volcano-sédimentaires qui entourent les massifs latéritiques). Ces premiers résultats suggèrent ainsi que les caractéristiques biogéochimiques des sédiments du lagon de Nouvelle-Calédonie à l'aval des massifs latéritiques seraient peu favorables à la néoformation des sulfures de fer (processus appelé pyritisation).

De plus, des analyses complémentaires par microscopie électronique en transmission ont permis de souligner la présence de serpentines de type greenalite/berthiérine et de micas de type glauconite, communément regroupés sous le terme de green clays. Le caractère authigène de ces phyllosilicates souligne leur importance sur les cycles biogéochimiques du fer et du nickel au cours de la diagenèse précoce des sédiments du lagon de Nouvelle-Calédonie à l'aval des massifs latéritiques.

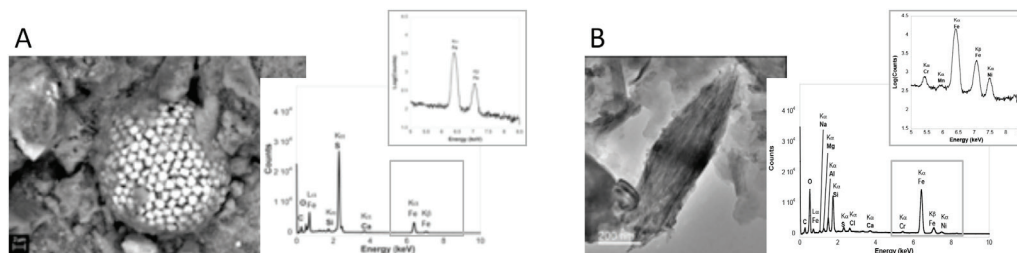


Figure
 Photographies montrant (A) une pyrite framboïdale (microscopie électronique à balayage) et (B) un phyllosilicate de type greenalite/berthierine (microscopie électronique en transmission). Les analyses réalisées sur chacun de ces minéraux soulignent l'incorporation préférentielle du nickel (associé au chrome et au manganèse) dans les green clays.

Au-delà du seul cas des sédiments du lagon de Nouvelle-Calédonie, les résultats de cette étude suggèrent que le silicium pourrait jouer un rôle plus important que le soufre sur les cycles biogéochimiques des éléments métalliques au sein de certains sédiments littoraux à l'aval des couvertures latéritiques. Ils viennent ainsi questionner le caractère ubiquiste des sulfures de fer au cours de la diagenèse précoce dans la zone tropicale et font écho à des publications récentes qui suggèrent que les green clays pourraient avoir exercé un rôle plus important que celui considéré jusqu'à présent dans le cycle biogéochimique du fer au cours de l'Histoire géologique de la Terre (Balderman et al., 2015 ; Konhauser et al., 2017).

Bibliographie

Baldermann A., Warr L.N., Letofsky-Papst I., Mavromatis V. (2015) Substantial iron sequestration during green-clay authigenesis in modern deep-sea sediments. *Nature Geoscience*, 8, pp 885–889.

<https://doi.org/10.1038/ngeo2542>

Konhauser K.O., Planavsky N.J., Hardisty D.S., Robbins L.J., Warchola T.J., Hugaard R., Lalonde S.V., Partin C.A., Oonk P.B.H., Tsikos H., Lyons T.W., Bekker A., Johnson C.M. (2017) Iron formations: A global record of Neoproterozoic to Palaeoproterozoic environmental history.

Earth-Science Reviews, 172, pp 140–177.

<https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2017.06.012>

Référence

"Nickel and iron partitioning between clay minerals, Fe-oxides and Fe-sulfides in lagoon sediments from New Caledonia"

Merrot P., Juillot F., Noël V., Lefebvre P., Brest J., Menguy N., Guigner J-M., Blondeau M., Viollier E., Fernandez J-M., Moreton B., Bargar J.R., Morin G.

Science of the Total Environment, 689, pp 1212-1227 (2019)

DOI: 10.1016/j.scitotenv.2019.06.274

Contacts

pauline.merrot@gmail.com

farid.juillot@ird.fr

guillaume.morin@sorbonne-université.fr