

Elucidation des facteurs contrôlant la cinétique d'oxydation du manganèse dans les eaux d'exhaure de mine

Charlotte LAFONT¹, Éric VAN HULLEBUSCH¹, Fabienne BATTAGLIA-BRUNET², Stéphane VAXELAIRE²

¹Université Paris Cité, Institut de Physique du Globe de Paris, CNRS, F-75005, Paris, France

²Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM), 45060 Orléans, France

lafont@ipgp.fr

Le maintien de l'efficacité à long terme des stations de traitement des eaux d'exhaure de mines constitue un défi environnemental. Le rejet des eaux de mines traitées dans le milieu naturel est soumis à des seuils fixés par le code minier à 2 mg.L⁻¹ pour le Fer et à 1 mg.L⁻¹ pour le Mn. Cependant, il a été rapporté que l'oxydation du Mn dans les stations de traitement était dépendante des concentrations en Fer. Entre autres, une concentration en Fer supérieure à 1 mg.L⁻¹ induit un mécanisme de re-dissolution réductrice du Mn(III/IV) en Mn(II) (Figure 1). Mais l'immobilisation du Mn dans des conditions peu favorables (pH<8) à son oxydation de manière abiotique peut être surmontée par la présence de microorganismes. La compréhension des mécanismes biotiques à l'origine de l'immobilisation du Mn dans les stations de traitement est essentielle pour leur gestion. Notamment, le rôle des microorganismes et les facteurs favorables à l'oxydation du Mn sont peu documentés, limitant la compréhension de l'évolution du Mn vers des phases stables dans les conditions de drainages miniers.

Deux sites de traitement passifs de drainage minier issu du bassin houiller français sont mis à contribution pour cette étude. Le suivi des paramètres physico-chimiques, la détermination de la spéciation et de la concentration en nutriments dans les eaux, les matières en suspension et les boues combinées à des analyses ARNr 16S permettront de déterminer l'influence des mécanismes biotiques. L'étude des mécanismes d'immobilisation du Mn via des bioréacteurs en laboratoire permettra d'évaluer les conditions d'oxydation optimales pouvant être potentiellement reproductible dans les stations de traitement.

Des premières données de monitoring sur une dizaine d'années, traitées selon une Analyse en Composantes Principales (ACP), font apparaître une corrélation entre Mn et Fer (Figure 2). Ici, le premier facteur limitant observé est la dépendance du Mn à la concentration en Fer. Cependant, des abattements de la concentration en Mn dissous ont été observés malgré des concentrations en Fer excédant 1 mg.L⁻¹, suggérant la présence d'une activité biologique oxydant le Mn.

Aujourd'hui, quelques microorganismes, tels que *Acinetobacter sp.* SZ28 et *Pseudomonas sp.* SZF15, ont été identifiés comme accepteurs d'électrons [3]. Cependant, de nombreuses études mettent en avant la complexité du cycle biogéochimique du Mn dans lequel l'ensemble des microorganismes actifs n'ont pas été identifiés [1], [3]. Cette étude apportera des informations complémentaires, notamment sur l'aspect biologique pouvant représenter un processus clé dans le cycle biogéochimique du Mn.

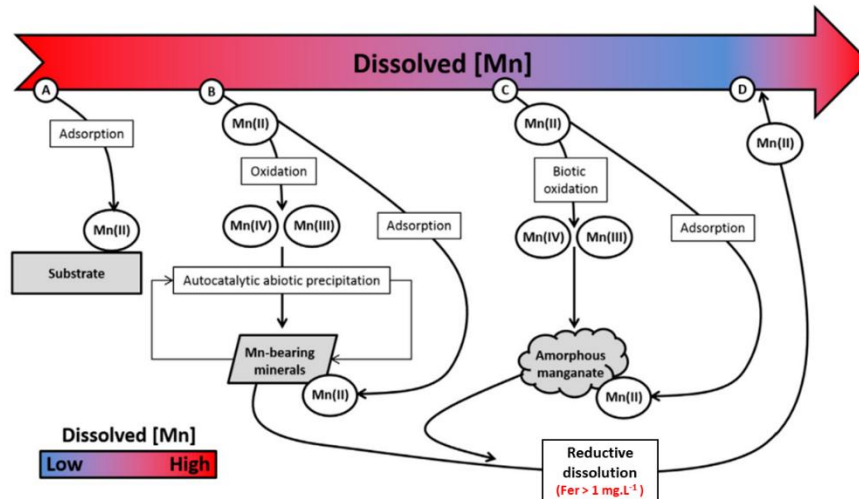


Figure 1 – Cycle des processus d’immobilisation et de remobilisation du Mn dans les drainages miniers adapté de Neculita et Rosa [1]

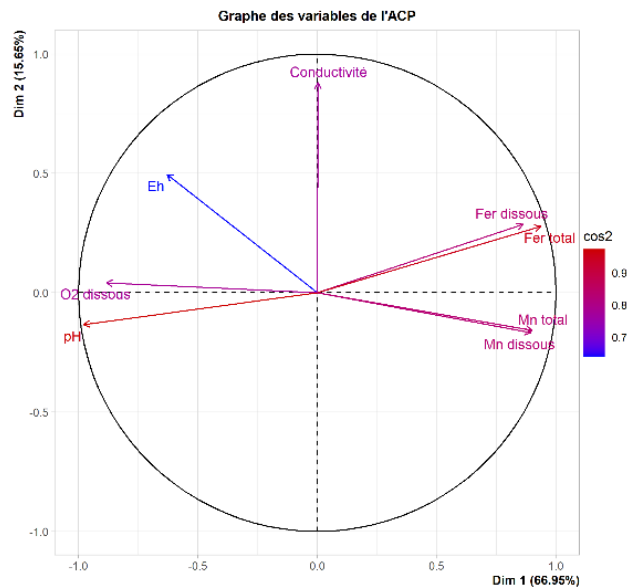


Figure 2 – Résultats de l’ACP réalisée à partir de la composition des eaux des systèmes de traitement étudiés à l’aide des variables représentées (*i.e.* Fer dissous, Fer total, Mn dissous, Mn total, conductivité, potentiel d’oxydo-réduction, oxygène dissous et pH) sur les dimensions 1 et 2 représentant 82,6% de la variance de l’ensemble des données.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] C. M. Neculita ; E. Rosa ; A review of the implications and challenges of manganese removal from mine drainage. *Chemosphere*, 2019, vol. 214, p. 491- 510.
- [2] F. J. Sikora ; L. I. Behrends ; G. A. Brodie ; H. N. Taylor ; Design Criteria and Required Chemistry for Removing Manganese in Acid Mine Drainage Using Subsurface Flow Wetlands. *Water Environ. Res.*, 2000, vol. 72, n° 5, p. 536- 544.
- [3] X. Wang *et al.* ; Anaerobic microbial manganese oxidation and reduction: A critical review. *Sci. Total Environ.*, 2022, vol. 822, p. 153513.