

Reem Safira, M. Sc.

Doctorat en sciences de l'environnement

MEMBRES DU JURY

Présidente

Madame Isabelle Demers, Ph. D.
Institut de recherche en mines et en environnement de l'UQAT

Membre externe

Monsieur Georgios Kolliopoulos, Ph. D.
Université Laval

Membre interne

Madame Dominique Claveau-Mallet, Ph. D.
Polytechnique Montréal

Direction de recherche

Madame Lucie Coudert, Ph. D.
Institut de recherche en mines et en environnement de l'UQAT

Codirection de recherche

Madame Carmen Mihaela Neculita, Ph. D.
Institut de recherche en mines et en environnement de l'UQAT

Monsieur Éric Rosa, Ph. D.

Institut de recherche en mines et en environnement de l'UQAT

Représentant du VRERC

Monsieur Louis Imbeau, Ph. D.
Doyen à la recherche et à la création
Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue (UQAT)

UQAT

SOUTENANCE DE THÈSE DE DOCTORAT

INSTITUT DE RECHERCHE EN MINES ET EN ENVIRONNEMENT

Soutenance de thèse de Reem Safira

Doctorat en sciences de l'environnement

*« Performances of electrocoagulation and ferrates
for the treatment of contaminants of emerging
concern from neutral mine water »*

Le jeudi **21 mars 2024** à
13 h 30 au local **D-206** du campus
de l'UQAT à Rouyn-Noranda et par
vidéoconférence

HUMAINE
>>> CRÉATIVE
AUDACIEUSE

Reem Safira, M. Sc.

2019- 2024 (en cotutelle)

Doctorat en sciences de l'environnement

Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue
Rouyn-Noranda, Québec, Canada

2015 - 2018

Maîtrise en sciences de l'environnement

Al-Najah National University
Nablus, Palestine

2000 - 2004

Baccalauréat en chimie appliquée

Jordan University of Science and Technology
Irbid, Jordan

« Performances of electrocoagulation and ferrates for the treatment of contaminants of emerging concern from neutral mine water »

L'arsenic et le manganèse sont deux contaminants courants présents dans les eaux minières à pH neutre qui, même à faibles concentrations, peuvent présenter des risques pour la santé et l'environnement. Conventionnellement, plusieurs traitements sont appliqués pour l'enlèvement de l'As et du Mn, tout en présentant certaines limitations, en particulier pour leur enlèvement simultané. Dans ce contexte, l'objectif principal de la présente étude était de comparer les performances de l'électrocoagulation (ECG) et des ferrates (Fe(VI)) pour le traitement de l'As et du Mn présents dans des eaux minières neutres synthétiques et de substitution.

L'effet de divers paramètres opératoires tels que la densité de courant pour l'ECG, la dose de Fe(VI) et le pH pour le Fe(VI) sur l'enlèvement de l'As et du Mn à partir d'effluents synthétiques et de substitution a été évalué. Les résultats suggèrent que l'ECG enlève simultanément et efficacement l'As (99%) et le Mn (60%) de l'eau de mine synthétique et de substitution à une densité de courant relativement faible (2 mA/cm²). La consommation d'énergie et d'électrodes sacrificielles a augmenté lorsque la densité de courant est passée de 0,25 à 10 mA/cm². La présence d'ions Ca²⁺ a eu un effet positif sur l'enlèvement de l'As, tandis que la présence de SO₄²⁻ a eu un effet négatif sur l'enlèvement du Mn de l'eau de mine de substitution. L'ECG s'est avéré être un processus respectueux de l'environnement, sans ajout de toxicité pour *D. magna* après le traitement. Les résultats du traitement par les Fe(VI) étaient prometteurs, permettant l'enlèvement de l'As et du Mn séparément et simultanément dans un traitement en une seule étape. Pour enlever efficacement l'As (98%) ou le Mn (99%) à un pH de 5,5 des effluents synthétiques, une dose de 22 mg de Fe(VI)/L était nécessaire pour l'As, tandis que seulement 5 mg de Fe(VI)/L étaient nécessaires pour l'enlèvement du Mn. Néanmoins, pour enlever simultanément et efficacement les deux contaminants, une dose de 28 mg de Fe(VI)/L était nécessaire, ce qui met en évidence un effet de compétition entre l'As et le Mn. Par conséquent, d'autres expériences ont été menées en utilisant une source de Fe(III) comme coagulant afin de réduire la quantité de Fe(VI) nécessaire et la salinité résiduelle associée. L'ajout de 8 mg de Fe(III)/L a entraîné une diminution de la dose de Fe(VI) à 12,5 mg/L pour enlever efficacement l'As (99 %) et le Mn (97 %) de l'eau de mine synthétique et de substitution. L'évaluation de la toxicité pour *D. magna* après le traitement par Fe(VI) + Fe(III) a montré l'élimination de la toxicité d'une eau minière de substitution initialement très toxique. Les calculs géochimiques effectués à l'aide de PHREEQC et la caractérisation des boues post-traitement par diffraction des rayons X sur poudre (PDRX) suggèrent que les oxydes/hydroxydes de Fe tels que la ferrihydrite et la lépidocrocite sont les principaux minéraux susceptibles de précipiter au cours des traitements à l'ECG et au Fe(VI). La composition chimique des boues a révélé des concentrations d'As et de Mn 3,2 et 6,9 fois plus élevées pour les boues Fe(VI) que pour les boues ECG, ce qui pourrait être une preuve de la meilleure efficacité du traitement des Fe(VI). Les résultats du test de lixiviation sur le terrain (Field leaching test-FLT) ont montré que de très faibles quantités (< 0,1 % de la quantité totale) d'As, de Mn et de Fe ont été libérées des boues d'ECG et de Fe(VI).

Dans l'ensemble, les résultats de cette étude donnent un nouvel aperçu de l'application potentielle de l'ECG et des Fe(VI) pour le traitement des eaux minières contaminées par l'As et le Mn. En outre, la caractérisation chimique, minéralogique et environnementale des boues de post-traitement a contribué à combler les lacunes concernant la composition et la stabilité des boues, ainsi que les mécanismes de rétention des éléments ciblés. D'autres études devront se concentrer sur l'évaluation de la stabilité à long terme des boues dans les conditions couramment rencontrées sur les sites miniers.

