

Évaluation de la toxicité de trois lanthanides sur l'algue verte *Chlorella fusca*

Cédric Beaubien, Sébastien Leguay, Peter Campbell et Claude Fortin

Institut national de la recherche scientifique, Centre Eau, Terre et Environnement. 490 rue de la Couronne, Québec, QC, Canada G1K 9A9. Auteur de correspondance: cedrick.beaubien@ete.inrs.ca

Résumé: Les terres rares sont des éléments fortement convoités pour la fabrication d'appareils électroniques, ce qui mènera à une plus grande exploitation minière dans le futur. Cependant, on retrouve peu de données écotoxicologiques sur ces éléments dans la littérature, ce qui ne permet pas d'effectuer une évaluation du risque environnemental. Puisque de nombreuses activités d'exploration et d'exploitation minière sont en cours au Canada, l'établissement d'une évaluation du risque environnemental est de plus en plus urgent. À pH et dureté constante, la toxicité d'un métal est normalement proportionnelle à la concentration de son ion libre. Toutefois, le lien entre la spéciation et la biodisponibilité n'a toujours pas été exploré pour les lanthanides. Dans ce projet, nous sommes intéressés à relier la spéciation de trois lanthanides (lanthane (La), cérium (Ce) et néodyme (Nd)) à leurs effets toxiques sur une algue verte. Comme les lanthanides ont une haute affinité pour les phosphates (PO_4^{3-}), qui sont normalement utilisés dans les milieux de culture d'algue, les expositions aux lanthanides doivent se faire en absence de phosphates. Nous avons donc utilisé l'algue verte *Chlorella fusca* qui a la capacité de croître sur des réserves cellulaires de phosphore sur une période de courte durée. Des expériences préliminaires d'expositions chroniques au lanthane et au cérium sur *C. fusca* ont permis de déterminer une CE_{50} de $0,47 \pm 0,07 \mu M$ La et $0,19 \pm 0,07 \mu M$ Ce. Des expositions au néodyme et à un mélange des trois lanthanides d'intérêts, dans différentes conditions de pH et de duretés sont planifiées.

Introduction

La série des lanthanides est composée de 15 éléments. Le premier élément de la série est le lanthane et le dernier le lutécium. Lorsque l'on fait référence aux lanthanides, l'appellation terres rares (REE) est fréquemment utilisée. Contrairement à ce que l'on peut croire, les terres rares se retrouvent en quantité significative dans la croûte terrestre. Le cérium, par exemple, s'y retrouve en plus grande quantité que le cuivre et le plomb. Les lanthanides sont utilisés dans différents produits et processus industriels, mais ils sont plus connus pour leur utilisation dans les appareils électroniques. Dû à leur grande utilisation, les terres rares sont considérées comme des éléments critiques, c'est-à-dire des éléments dont la production risque de ne pas satisfaire la demande.

Un échantillonnage sur le terrain a permis d'identifier les concentrations en terres rares dans différents cours d'eau. Ces résultats ont été utilisés pour mieux cibler les concentrations en terres rares à tester pour les expositions en laboratoire.

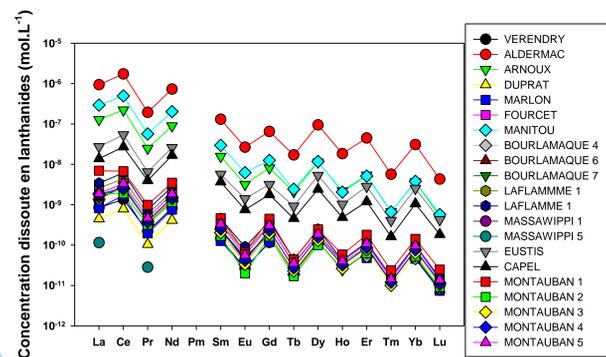


Fig. 1 Concentration dissoute en lanthanides dans différents cours d'eau
Crédits: Isabelle Lavoie & Sébastien Leguay

Méthodologie

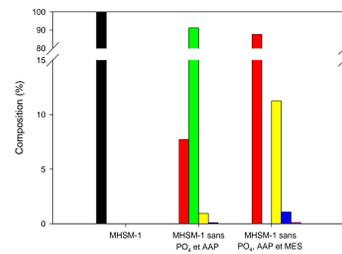


Fig. 2 Espèces majoritaires de La en solution à pH = 5,5 selon le milieu (La = 5×10^{-6} M)

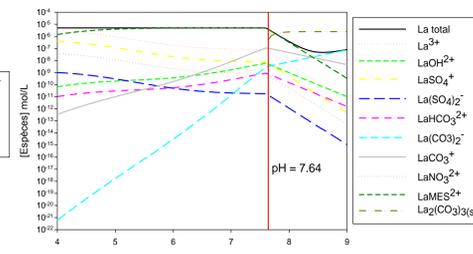


Fig. 3 Spéciation du La (5×10^{-6} M) en fonction du pH dans MHSM-1 sans PO_4^{3-} et AAP

Problèmes

- Risque de précipitation des complexes Lanthanide-Phosphate
- ↓ Biodisponibilité et toxicité
- Le phosphore est un élément essentiel aux algues

Solution

- Expositions en absence de phosphates et à pH = 5,5

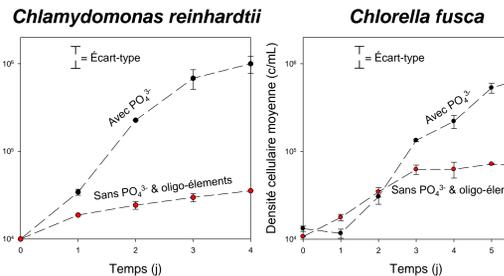
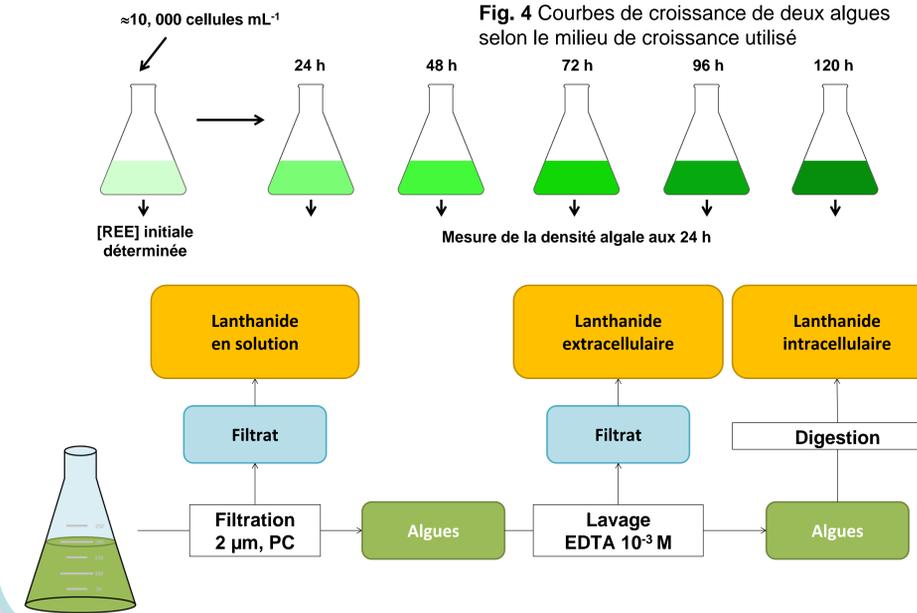


Fig. 4 Courbes de croissance de deux algues selon le milieu de croissance utilisé



Résultats

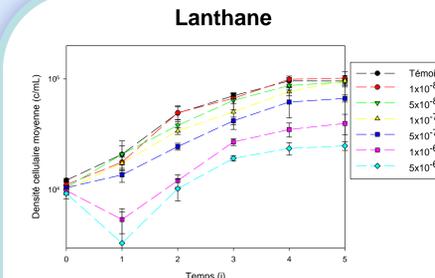


Fig. 5 Courbes de croissance de *C. fusca* exposée à différentes concentrations de La

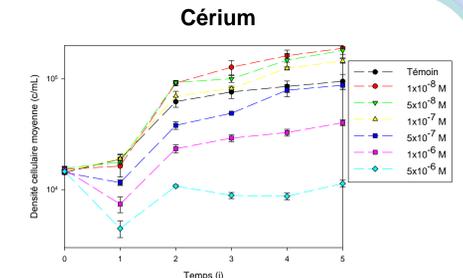


Fig. 6 Courbes de croissance de *C. fusca* exposée à différentes concentrations de Ce

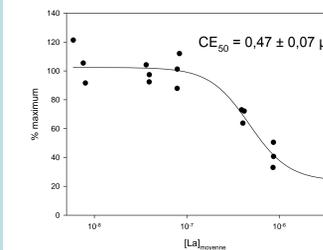


Fig. 7 Rendement de la culture relativement au témoin

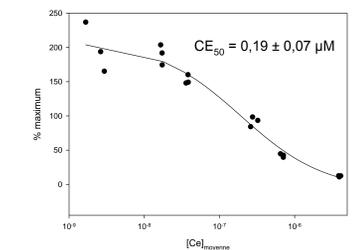
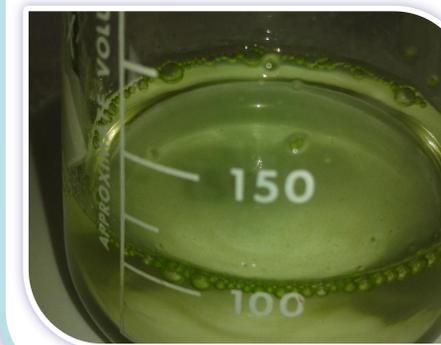


Fig. 8 Rendement de la culture relativement au témoin

Conclusion et perspectives

Obtention de CE_{50} de

- $0,47 \pm 0,07 \mu M$ pour le lanthane
- $0,19 \pm 0,07 \mu M$ pour le cérium



À venir

- Vérification de la complexation des lanthanides avec le tampon MES
- Calculs des CE_{50} en fonction de la concentration de l'ion libre en solution
- Exploration de la possibilité d'un effet d'hormèse en présence de cérium
- Expositions
 - Au néodyme
 - À des mélanges de lanthanides
 - Sous différentes conditions de pH et de dureté