

Spécialité : / CHIMIE

[Laboratoire : /NIMBE/LIONS](#)

Nanogouttelettes minérales: mélangeurs microfluidiques ultrarapides comme outil d'investigation de leurs mécanismes de formation

Responsable de stage : CHEVALLARD Corinne

corinne.chevallard@cea.fr

Tel : +33 1 69 08 52 23

Stage pouvant se prolonger en thèse : Oui

Durée du stage : 5 mois

Résumé:

Par la mise en oeuvre de mélangeurs microfluidiques ultrarapides ($t_{mix} < 1$ ms), le stagiaire participera à l'étude d'une réaction de précipitation modélisant une étape-clé de la récupération des terres rares, permettant ainsi de caractériser la formation d'une nanophase liquide mis au jour très récemment.

Sujet :

Notre "économie verte" (photovoltaïque, batteries au lithium) repose en grande partie sur l'utilisation des terres rares (rare-earth, RE) ; mais l'extraction de ces éléments soulève de fortes préoccupations écologiques, et leur recyclage est rare. Tout progrès dans les processus de séparation et de précipitation sera ainsi bénéfique à l'équilibre environnemental mondial.

Notre récente étude de la co-précipitation des ions cérium par l'acide oxalique dans l'eau, étape-clé dans certains processus de récupération des RE, a mis au jour la formation spontanée de "nanogouttelettes minérales" juste après mélange des réactifs. Ces nanogouttelettes sont constituées d'un liquide riche en réactifs qui cristallise après plusieurs dizaines de secondes sous forme de particules d'oxalate de cérium. Cette nanophase, découverte tout récemment, pourrait permettre d'améliorer les processus de séparation et de récupération des terres rares, mais ses conditions et mécanismes de formation nécessitent une enquête plus approfondie.

Une caractérisation poussée implique notamment de pouvoir sonder le système juste après mélange, alors que le système est encore constitué d'ions libres. Ceci est réalisable grâce à des mélangeurs microfluidiques ultrarapides ($t_{mix} < 1$ ms), fabriqués à l'aide de techniques de lithographie douce, et récemment utilisés par notre équipe pour étudier la précipitation du carbonate de calcium par diffusion des rayons X.

L'objectif de ce stage est de mettre en place les conditions d'une utilisation de routine de ces mélangeurs microfluidiques dans le cadre de la séparation RE. À cette fin, nous prévoyons de 1) faciliter la production des mélangeurs microfluidiques grâce à l'utilisation de voies de fabrication alternatives ; 2) démontrer l'efficacité de ces mélangeurs pour déterminer les conditions et mécanismes d'apparition des nanogouttelettes minérales avec des techniques de laboratoire.

Références:

- ? Binnemans, K., et al. Journal of Cleaner Production, 2013, 51, 1-22.
? De Yoreo, J.J., et al. Science 2015, 349, aaa6760.
? Lu, Z., et al., Sens. Actuators B Chem. 2010, 144, 301-309.
-

Mineral nanodroplets: ultrafast microfluidic mixers as a tool to decipher their mechanisms of formation

Abstract:

By implementing ultra-fast microfluidic mixers ($t_{\text{mix}} < 1$ ms), the intern will participate in the study of a precipitation reaction modeling a key-step of rare earth recovery. This will allow better characterizing the formation of a liquid nanophase, very recently reported.

Subject :

Our "green economy" (photovoltaics, lithium batteries) largely relies on the rare-earth (RE) elements; but their extraction raises heavy ecological concerns, and their recycling is scarce. Any progress in the separation and precipitation processes will benefit the global environmental balance.

Our recent study of the co-precipitation of cerium ions by oxalic acid in water, a key step in some recovery process of RE, has revealed the spontaneous formation of "mineral nanodroplets" right after reagent mixing. These nanodroplets consist in a reactant-rich liquid that convert into cerium oxalate crystals after several tens of seconds. This newly reported nanophase could benefit separation and recovery processes, but its conditions and mechanisms of formation needs a deeper investigation.

Its thorough characterization implies being able to probe the system just after mixing, when the system still consists of free ions. This is achievable thanks to ultrafast microfluidic mixers ($t_{\text{mix}} < 1$ ms), fabricated using soft-lithography techniques, and recently used by our team to study calcium carbonate precipitation by X-ray scattering.

The aim of this internship is to set up the conditions for a routine use of these microfluidic mixers in the framework of RE separation. To this end, we plan to 1) ease the production of microfluidic mixers thanks to the use of alternative fabrication routes; 2) demonstrate the effectiveness of these mixers in determining the conditions and mechanisms for the appearance of the mineral nanodroplets with laboratory techniques.

References:

- ? Binnemans, K., et al. Journal of Cleaner Production, 2013, 51, 1-22.
? De Yoreo, J. J., et al. Science 2015, 349, aaa6760.
? Lu, Z., et al., Sens. Actuators B Chem. 2010, 144, 301-309.
-