

Proposition de stage Master 2

À partir de février-mars 2024 et ce pour 4 à 6 mois

Teneurs et spéciation physique des PGE et REE dans les eaux de ruissellement des environnements routiers

1. Contexte et objectifs de l'étude

Les terres rares (REE : Rare Earth Elements en anglais) et les éléments du groupe du platine (PGE : Platinum Group Elements en anglais) sont des éléments naturellement présents dans la croûte terrestre. Les REE sont au nombre de 17 : scandium (Sc), yttrium (Y) et 15 lanthanides. Les PGE, ou platinoïdes, regroupent six éléments dont le platine (Pt), le palladium (Pd) et le rhodium (Rh). Au regard de leurs propriétés catalytiques, électroniques et magnétiques, ces métaux sont utilisés dans les secteurs de l'automobile (batteries de véhicules électriques hybrides, convertisseurs catalytiques, ...), de la bijouterie ou des énergies durables [1,2].

Depuis 1993, en France, tous les véhicules neufs sont équipés de technologie de post-traitement des gaz d'échappement, qui contribuent à réduire l'émission de gaz polluants (CO, NO_x, hydrocarbures), grâce aux éléments Pt, Pd, Rh, associés à des oxydes de REE (lanthane et cérium). Toutefois, l'usure et l'abrasion mécaniques des parois sont à l'origine de l'émission des PGE et REE via les gaz d'échappement puis vers les environnements urbains nous interrogeant ainsi sur leur devenir et leur impact pour l'Homme et l'environnement.

Des taux d'émission allant jusqu'à 800 ng.km⁻¹ ont été estimés pour les PGE (0-800 ng.km⁻¹ Pt, 0-54,2 ng.km⁻¹ Pd et 0-76,9 ng.km⁻¹) [3,4] et les environnements urbains et péri-urbains sont les premiers récepteurs du relargage de ces éléments dans l'atmosphère [5,6]. Une augmentation des concentrations en PGE liée au trafic routier dans les particules atmosphériques [7,8], les poussières de chaussée et les sédiments [9] a été observée ces dernières années. Des concentrations élevées en PGE dans les eaux de ruissellement ont également été mesurées [10]. Toutefois, les PGE et les REE en environnement routier sont peu étudiés et leurs risques sanitaires et environnementaux peu connus [11]. L'estimation des risques nécessite la quantification du flux et l'évaluation de la disponibilité en PGE et REE. Pour caractériser les flux en PGE et REE, il faut déterminer leur concentration à la source et dans l'environnement. Enfin, pour évaluer la disponibilité il est nécessaire de caractériser la mobilité et le transfert des PGE et REE de la source vers l'environnement et entre les compartiments environnementaux.

La proposition de stage s'inscrit dans le cadre d'une thèse sur les sources et les transferts des PGE et REE en environnement routier. Ce stage a pour objectif d'évaluer les teneurs et la spéciation physique des PGE et REE dans les eaux de ruissellement prélevées à l'entrée d'un bassin d'infiltration en contexte routier.

2. Méthodologie

Une ou plusieurs missions de terrains seront réalisées au cours du stage pour prélever les eaux de ruissellement. Les eaux seront ensuite analysées au laboratoire pour déterminer les paramètres physico-chimiques (pH, conductivité, MES, carbone organique total et dissous, ions majeurs, ...), puis la phase dissoute sera séparée de la phase particulaire. La filtration est souvent utilisée pour séparer les fractions dissoutes et particulaires dans les échantillons environnementaux en utilisant une taille de pore de 0,2 ou 0,45 μm comme seuil. La filtration présente l'avantage d'être rapide et facile à mettre en place. Néanmoins, des phénomènes d'agrégation, de colmatage et d'interactions colloïdes/ surface de la membrane ont été mis en évidence [12]. La décantation et la centrifugation sont des méthodes efficaces pour séparer et éliminer les particules denses, mais ces dernières peuvent également entraîner des particules plus petites en raison de leur vitesse de dépôt différentes et également conduire à l'agrégation des particules [13].

Dans le cadre de ce stage deux méthodes de séparation des fractions dissoutes ($<0,45 \mu\text{m}$) et particulaires ($>0,45 \mu\text{m}$) pourront être comparées : la filtration et la centrifugation. Une cascade de filtration (8 μm - 1,2 μm - 0,45 μm) pourra également être réalisée. Les concentrations en éléments traces métalliques (Fe, Cd, Cr, Pb, Zn, . . .) ainsi qu'en PGE et REE seront déterminées dans les éluats et les rétentats, à l'aide d'un triple quadripôle-ICP-MS (Agilent ICP-MS/MS 8900 – QQQ), afin d'évaluer la distribution des PGE et REE dans les eaux de ruissellement. La fraction particulaire colloïdale, qui couvre une gamme plus large de taille (1nm – 1 à 10 μm), est difficile à étudier. Or les colloïdes jouent un rôle significatif dans le transport des métaux dans les eaux. Des observations au microscope électronique à balayage (MEB Hitachi SU5000) sur les rétentats pourront être réalisées et permettront de caractériser morphologiquement et chimiquement les phases porteuses de PGE et REE.

3. Missions et responsabilité

Le/la stagiaire devra, en collaboration avec la doctorante, réaliser des prélèvements d'eau de ruissellement à l'aide d'un préleveur automatique (système multi-flacons) à mettre en place sur la canalisation d'arrivée des eaux dans le bassin d'infiltration des eaux pluviales du pont de Chevire à Nantes. Il/elle participera aux traitements et à l'analyse des eaux de ruissellement collectées. Les résultats obtenus seront ensuite traités et interprétés pour être restitués dans un rapport de stage.

4. Profil du candidat

Actuellement étudiant en Master (M2) en chimie environnementale, sciences de l'environnement ou géochimie, le/la candidate doit être sensible aux questions relatives à la pollution métallique, être rigoureux.euses et avoir un goût prononcé pour le travail de terrain, le travail en laboratoire, les expérimentations et le traitement des données. Des compétences théoriques et/ou pratiques sur une ou plusieurs techniques envisagées sont nécessaires. Enfin, une expérience de laboratoire est un plus.

5. Encadrement et contacts

Le stage se fera sur une durée de 4-6 mois et sera basé sur le campus nantais de l'Université Gustave Eiffel. Une gratification conforme à la réglementation en vigueur sera versée mensuellement (entre 450 et 560 euros/mois).

La personne recrutée sera encadrée par Margot Bruneau (doctorante) du laboratoire Eau et Environnement (LEE), Liliane Jean-Soro (chargé de recherche), Mathieu Goriaux (ingénieur de recherche) et Béatrice Béchet (directrice de recherche).

6. Références

1. BRGM. Ressources Minérales : Les terres rares. Dossier enjeux des géosciences; 2022.
2. Labbé JF, Dupuy JJ. Panorama 2012 du marché des platinoïdes. 2014 p. 215.
3. Moldovan M, Palacios MA, Gómez MM, Morrison G, Rauch S, McLeod C, et al. Environmental risk of particulate and soluble platinum group elements released from gasoline and diesel engine catalytic converters. *Science of The Total Environment*. 16 sept 2002;296(1):199-208.
4. Palacios MA, Moldovan M, Gómez MM. The automobile catalyst as an important source of PGE in the environment. In: Zereini F, Alt F, éditeurs. *Anthropogenic Platinum-Group Element Emissions: Their Impact on Man and Environment* [Internet]. Berlin, Heidelberg: Springer; 2000 [cité 29 nov 2022]. p. 3-14. Disponible sur: https://doi.org/10.1007/978-3-642-59678-0_1
5. Omrani M. Contribution à l'étude des éléments du groupe du platine en milieu urbain et péri-urbain [Internet] [These de doctorat]. Ecole centrale de Nantes; 2018 [cité 5 nov 2022]. Disponible sur: <https://www.theses.fr/2018ECDN0054>
6. Zhang Q, Han G, Liu M, Wang L. Geochemical Characteristics of Rare Earth Elements in Soils from Puding Karst Critical Zone Observatory, Southwest China. *Sustainability*. 11 sept 2019;11(18):4963.
7. Limbeck A, Puls C, Handler M. Platinum and palladium emissions from on-road vehicles in the Kaisermühlen Tunnel (Vienna, Austria). *Environ Sci Technol*. 15 juill 2007;41(14):4938-45.
8. Sternbeck J, Sjödin Å, Andréasson K. Metal emissions from road traffic and the influence of resuspension—results from two tunnel studies. *Atmospheric Environment*. 1 oct 2002;36(30):4735-44.
9. Rauch S, Hemond HF, Peucker-Ehrenbrink B. Recent Changes in Platinum Group Element Concentrations and Osmium Isotopic Composition in Sediments from an Urban Lake. *Environ Sci Technol*. 1 janv 2004;38(2):396-402.
10. Wei C, Morrison GM. Platinum analysis and speciation in urban gullypots. *Analytica Chimica Acta*. 10 janv 1994;284(3):587-92.
11. Gwenzi W, Mangori L, Danha C, Chaukura N, Dunjana N, Sanganyado E. Sources, behaviour, and environmental and human health risks of high-technology rare earth elements as emerging contaminants. *Science of The Total Environment*. 15 sept 2018;636:299-313.
12. Haygarth PM, Sharpley AN. Terminology for Phosphorus Transfer. *J environ qual*. janv 2000;29(1):10-5.
13. Hassellöv M, Readman JW, Ranville JF, Tiede K. Nanoparticle analysis and characterization methodologies in environmental risk assessment of engineered nanoparticles. *Ecotoxicology*. juill 2008;17(5):344-61.

7. Pour candidater

Merci d'envoyer une lettre de motivation et un CV à Margot Bruneau. Merci de mettre en objet de votre mail « Proposition de stage », et de nommer vos fichiers « Nom_Prénom_stage_LEE_CV/LM ».

Margot Bruneau, margot.bruneau@univ-eiffel.fr