

Proposition sujet de thèse octobre 2025-octobre 2028

Développement de méthodes d'extraction sur phase solide sélectives plus durables et éco-responsables

Mots clés : chimie analytique, traitement de l'échantillon, analyse de traces, métaux, extraction sur phase solide, miniaturisation, éco-responsabilité, durabilité

L'étude ESTEBAN (Étude de santé sur l'environnement, la biosurveillance, l'activité physique et la nutrition) a déterminé les niveaux d'imprégnation de la population française à une centaine de substances, dont des métaux tels que le cadmium, le cuivre ou encore le mercure. Il a été observé que l'ensemble des participants adultes et enfants étaient exposés à ces métaux, ce qui constitue donc un enjeu de santé publique.

L'analyse des métaux souvent présents à l'état de traces dans des échantillons environnementaux, alimentaires ou biologiques est aujourd'hui réalisée le plus souvent par spectrométrie de masse à plasma à couplage inductif (ICP-MS). Cette technique présente une grande sensibilité, mais souffre d'effets de matrice conduisant à des problèmes de quantification. Des supports solides permettant d'extraire les ions pour les concentrer et surtout éliminer les autres constituants de l'échantillon en amont de l'analyse par ICP-MS sont alors nécessaires. Depuis plus de 10 ans, nous avons développé avec succès différents polymères à empreintes ioniques (IIP) pour extraire sélectivement des lanthanides, du radium ou du cuivre d'eaux réelles plus ou moins complexes (eau potable, de rivière et de mer). Cependant, les synthèses des IIP ont été réalisées dans des solvants toxiques pour l'homme et l'environnement. De plus, les supports obtenus ont été utilisés dans des formats classiques, contenant plusieurs dizaines de mg de phase solide d'IIP. Enfin, l'étape d'extraction et de purification était suivie d'une analyse par ICP-MS, qui nécessite donc un instrument très coûteux, volumineux, grand consommateur d'argon et peu durable.

Ce projet a donc pour objectif de développer des méthodes d'extraction sur phase solide sélectives utilisant des IIP qui soient plus durables et éco-responsables. Tout d'abord, il est envisagé de **tester différents solvants verts pour la synthèse d'IIP** puis d'**évaluer les performances des supports solides obtenus pour l'extraction du métal ciblé avant son analyse en ICP-MS** (Tâche 1). Ensuite, il s'agira de **miniaturiser le dispositif d'extraction** (Tâche 2), pour économiser réactifs et échantillons et pouvoir le coupler en ligne avec un nébuliseur lui aussi miniaturisé à l'entrée de l'ICP-MS. Enfin, le couplage de la méthode d'extraction spécifique avec d'autres **modes de détection cette fois peu chers et pouvant être mis en œuvre sur site** (Tâche 3) sera étudié. Le métal choisi pour cette étude est le cadmium, dont la grande toxicité est avérée.

Profil recherché : Etudiant(e) diplômé(e) d'une école d'ingénieur ou d'un Master 2 en chimie, avec des connaissances en sciences analytiques

Période de début de thèse : octobre 2025

Lieu : Laboratoire des Sciences Analytiques, Bioanalytiques et Miniaturisation, UMR CBI 8231 ESPCI Paris – CNRS, 10 rue Vauquelin, 75005, Paris (www.lsabm.espci.fr)

Contacts : nathalie.delaunay@espci.fr ; valerie.pichon@espci.fr

Date limite de candidature : 1^{ère} vague : 7 mai 2025 ; 2^{ème} vague (optionnelle) : 15 juin 2025

Pour plus d'information, RDV sur le site de l'Ecole Doctorale 388 (Chimie Physique/Chimie Analytique de Paris Centre) https://adum.fr/as/ed/voirproposition.pl?langue=&site=edcpcapc&matricule_prop=61854#version