

Sujet de post-doctorat

Projet Life Adsorb

Qualification des performances de matériaux innovants pour le traitement par filtration et adsorption des micropolluants dans les eaux de ruissellement de voirie

Fichier : Leesu-ENPC-Postdoc-Emploi-MCG-Fr-2019-08-09.docx

Contexte

Les eaux de ruissellement de voirie, et notamment celles des voiries à fort trafic telles que les périphériques urbains, sont un vecteur important de micropolluants organiques ou métalliques issus principalement de la circulation, mais également des matériaux des infrastructures et de leur entretien. Le rejet sans traitement de ces eaux contribue à la dégradation des milieux aquatiques récepteurs et nuit à l'atteinte du bon état écologique visé par la directive cadre européenne sur l'eau. Afin de limiter ces flux vers le milieu naturel, tout en contribuant à l'établissement d'un cycle hydrologique proche de l'état naturel, des ouvrages, basés sur le stockage temporaire des eaux de ruissellement et leur filtration par des substrats végétalisées, combinent l'amélioration de la qualité de l'eau de ruissellement avec la réduction du débit de pointe.

Parmi les solutions basées sur l'ingénierie écologique, la technologie des filtres plantés de roseaux, initialement développée pour l'épuration extensive des eaux usées, offre des perspectives intéressantes pour la dépollution de ces eaux pluviales. Son efficacité a été démontrée pour les métaux et les nutriments, et plus largement pour les polluants associés à la phase particulaire. Le comportement des micropolluants organiques dans ces ouvrages reste encore assez peu documenté, et l'abattement de certains de ces composés semble limité par leur nature plus dissoute et par leur possible association à des colloïdes ou de la matière organique dissoute.

L'un des objectifs du projet LIFE-ADSORB (LIFE17 ENV/FR/000398), dans lequel s'inscrit ce sujet de post-doctorat, est de mettre en œuvre et de tester un filtre planté de roseaux à écoulement vertical, dont la conception innovante permet de coupler la filtration mécanique et l'adsorption sur un substrat des micropolluants dissous, en favorisant leur dégradation ultérieure. L'accent est mis sur la réduction des micropolluants organiques et minéraux présents dans les eaux de ruissellement de voirie, particulièrement contaminées en métaux, matières en suspension (MES), hydrocarbures et autres substances toxiques pour l'environnement (phtalates, alkylphénols, composés perfluorés, etc).

Objectifs

Le post-doctorat porte sur l'évaluation au laboratoire des performances de divers matériaux adsorbants susceptibles d'être mis en œuvre au sein d'un filtre planté pour maximiser la rétention des micropolluants. Il s'articule autour de deux tâches principales :

1 - Mieux caractériser le matériau adsorbant (RainClean® commercialisé par l'entreprise Funke) mis en œuvre dans le dispositif pilote du projet LifeAdsorb, tant du point de vue de son comportement hydrodynamique que de ses propriétés physico-chimiques, et en particulier évaluer l'évolution de ces propriétés au cours de la vie en œuvre du matériau;

2 – Proposer un protocole d'essai simplifié qui sera appliqué sur un panel de matériaux adsorbants alternatifs au Rainclean®. La qualification des matériaux doit aboutir à l'évaluation d'un nombre le plus limité possible de paramètres permettant de décrire le transfert réactif de l'eau et des polluants au travers d'une couche de matériau mis en œuvre dans un filtre. Elle vise la paramétrisation d'un modèle d'aide à la conception des ouvrages filtrants.

3 - Analyser les données de terrain acquises au niveau du filtre planté démonstrateur de Life-Adsorb afin d'évaluer la performance de la couche RainClean® en conditions réelles.

Méthodologie

Ces travaux seront réalisés au laboratoire au moyen de tests en colonne.

Les essais sur le RainClean® visent la mesure, dans des conditions de mise en œuvre représentatives du cas réel, des paramètres caractérisant notamment la perméabilité, l'advection/dispersion, les isothermes et cinétiques d'adsorption pour un panel de micropolluants organiques et minéraux, ainsi que des paramètres décrivant la filtration des MES. Des essais de vieillissement accéléré (alimentation accélérée de la colonne en eau de ruissellement synthétique ou réelle) seront réalisés afin d'évaluer l'évolution temporelle des propriétés du matériau. Le matériau neuf et saturé sera également soumis à des tests de lessivage afin d'évaluer les risques de relargage en cas de changement rapide des caractéristiques des eaux d'alimentation (cas des apports d'eaux claires, effets du salage hivernal).

Afin de faciliter la transposition de la solution de traitement proposée à d'autres contextes et d'autres natures d'eaux, le recours à d'autres matériaux adsorbant doit être envisagé, et leur description rendue possible dans un outil d'aide à la conception. Sur la base des essais réalisés sur le matériau Rainclean® une version « dégradée » (colonne ou batch) à visée opérationnelle du protocole d'essai sera proposée. Elle devra permettre la caractérisation des paramètres clef cités précédemment. Ce protocole sera testé/validé pour le Rainclean® puis appliqué à une première sélection de matériaux pertinents. Il sera pensé pour être facilement applicable par les futurs usagers de l'outil.

Le postdoctorant sera en charge de :

- La définition des protocoles d'essais en colonne pour les différents objectifs visés. Il s'appuiera sur une analyse préalable des méthodologies trouvées dans la littérature. Il devra s'assurer de la représentativité des conditions d'essais en termes de constitution des colonnes, de qualité des eaux d'alimentation, de dynamique d'alimentation. Il veillera notamment à minimiser les risques de biais ou de contamination dus aux conditions d'écoulement dans la colonne ou aux matériaux utilisés ;
- La conception et la mise en œuvre, avec l'appui du personnel technique du Leesu et du Cerema, du dispositif expérimental ;
- La réalisation des essais, avec l'appui du personnel technique du Leesu et du Cerema ;
- L'exploitation des résultats, y compris mise en œuvre d'approches de modélisation inverse pour le calcul, à partir des résultats expérimentaux, de certains paramètres clefs conditionnant le transport réactif.

Profil recherché

Diplôme : niveau bac+8 (doctorat), ou éventuellement bac+5 avec au moins 2 ans d'expérience

Formation : Génie des Procédés, ou Géochimie et Sciences du Sol

Modalités administratives

Employeur : Ecole des Ponts ParisTech, Laboratoire Eau Environnement et Systèmes Urbains (Leesu, <https://www.leesu.fr/>).

Localisation : École de Ponts ParisTech, 6 et 8 av Blaise Pascal, 77455 Champs sur Marne. Vous pourrez également être amené à travailler au CEREMA, 12 rue Teisserenc de Bort, 78190Trappes

Encadrement : encadrement principal par Marie-Christine Gromaire (ENPC, Leesu) et Philippe Branchu (Cerema). Des interactions fortes sont à prévoir avec d'autres acteurs du projet Life Adsorb.

Prise de poste : à partir de décembre 2019

Contacts : Marie-Christine Gromaire, ENPC/Leesu : marie-christine.gromaire@enpc.fr, 01 64 15 37 60