



Proposition de stage M2
A partir de février-mars 2023 et ce pour 4 à 6 mois

Occurrence et caractérisation de nanoparticules dans les eaux de ruissellement urbaines – Application aux eaux du Pont de Cheviré (Nantes)

1. Contexte général :

La progression rapide de l'urbanisation accompagnée d'une augmentation significative de la population mondiale résidant dans les régions métropolitaines a entraîné une augmentation des surfaces imperméables urbaines. Dans les pays industrialisés, les zones urbaines abritent désormais plus de 70 % de la population, ce qui accroît l'impact des rejets urbains par temps de pluie (eaux usées, eaux de ruissellement) sur les écosystèmes aquatiques.

En France, afin de limiter les risques d'inondation et les rejets polluants, la maîtrise des eaux de ruissellement est devenue une des priorités des collectivités. En effet, en ruisselant sur les toits et les chaussées, l'eau pluviale peut véhiculer d'importantes quantités de nutriments, de matières en suspension (MES), de contaminants tels que les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), des solvants, des pesticides et des micropolluants inorganiques. On y trouve également des métaux et métalloïdes sous forme d'élément trace métallique (ETM) qui sont principalement générés par la circulation automobile (usure des freins, des pneus et échappement des véhicules), des sources industrielles (industrie, entreprises, hôpitaux et usines) et urbaines (matériaux de construction, corrosion des toitures, des gouttières, du mobilier urbain, lavage de voitures, carburant...).

Depuis 1970, un nombre croissant d'études ont été consacrées à la pollution générée par les eaux de ruissellement. Elles ont fourni des données sur la teneur en métaux et en hydrocarbures dans la fraction particulaire supérieure à 0.45 μm , présentes dans les eaux. Les recherches se sont ultérieurement étendues à la fraction colloïdale, comprise entre une dizaine de microns et une dizaine de nm, par analogie avec les fractions colloïdales des cours d'eau qui sont caractérisées comme étant les particules les plus mobiles. Ces recherches ont depuis lors souligné le besoin complémentaire de connaissances sur la fraction nanoparticulaire, en particulier à la suite des percées réalisées dans le domaine des nanotechnologies et de la propension de la majorité du monde technique à fabriquer et à appliquer des nanoparticules pour les avantages qu'elles procurent. Ainsi l'intérêt pour les études impliquant la gestion des eaux pluviales en termes de nanoparticules a commencé à augmenter ces dernières années¹.

2. Descriptif du sujet :

Le devenir des nanoparticules dans les eaux naturelles est devenu un sujet d'intérêt pour de nombreux chercheurs environnementaux dans le monde entier dans le but de comprendre les mécanismes de transfert de ces particules et d'évaluer leur effet néfaste sur l'environnement et la santé humaine². Jusqu'à présent, la plupart des recherches se sont concentrées sur la caractérisation des nanoparticules (taille et forme) en utilisant différentes méthodes d'imagerie et de spectroscopie telles que la microscopie électronique à balayage (MEB), la microscopie électronique à transmission (MET), la diffusion dynamique de la lumière (DLS)³ etc. . Les études sur le devenir des contaminants et leurs mécanismes de transport dans le sol sont souvent établies à l'échelle du laboratoire. Il est important de s'intéresser aux matrices réelles et de pouvoir caractériser la dynamique de transfert des NPs en gestion des eaux urbaines. Parmi les phases solides qui peuvent faciliter le transfert des polluants, la matière organique naturelle constitue souvent un vecteur prépondérant⁴.

Dans ce cadre, une thèse a été mise en place et est divisée sur deux axes : l'effet de la matière organique sur les nanoparticules et d'autre part, la détection et la quantification des nanoparticules présentes dans les eaux de ruissellement. Dans ce cas, l'eau réelle (eaux de ruissellement) est une eau prélevée sur le site du pont de Cheviré dans le bassin de rétention -infiltration situé au sud-ouest de Nantes et à proximité de la zone industrielle du port à bois de Bouguenais. Il recueille les eaux de ruissellement issues de la partie sud du pont de Cheviré. La caractérisation de la fraction nanoparticulaire sera réalisée en profitant de la méthode de comptage individuel de particule par ICP-MS (en anglais SP-ICP-MS) présente au sein du notre laboratoire (Laboratoire Eau et Environnement – LEE) qui est la technique la plus connue pour l'analyse quantitative ainsi que qualitative des nanoparticules. A côté, d'autres techniques présentes dans le labo seront utilisées pour des données complémentaires : DLS, UV-Vis, Fluorescence...

3. Travail prévu :

L'objectif du stage est de contribuer à la détection et à la caractérisation des nanoparticules présentes dans les eaux de ruissellement du pont de Cheviré et d'effectuer un suivi de la teneur en matière organique lors d'évènements pluvieux. L'étudiant.e travaillera en collaboration avec la doctorante.

Les tâches à réaliser seront les suivantes :

- 1) Réalisation d'un état de l'art sur les nanoparticules présentes dans les eaux urbaines en s'appuyant sur la bibliographie de la doctorante ;
- 2) Réalisation de prélèvements d'eau de ruissellement à l'aide du système de prélèvement automatique en place sur la canalisation d'arrivée des eaux dans le bassin (système multi flacons) ;
- 3) Analyser les échantillons réels prélevés du bassin de Cheviré à l'aide de la technique Sp-ICP-MS pour caractériser la distribution en taille des particules présentes
- 4) Utiliser d'autres techniques telles que DLS, UV-Vis, fluorescence et COT mètre, pour obtenir des informations complémentaires :
 - a. DLS : Déterminer la taille hydrodynamique des particules, potentiel zêta.
 - b. UV-Vis et Fluorescence : Caractériser l'aromaticité par UV-Vis et par fluorescence.
 - c. COT mètre : Analyser les teneurs en carbone totale/dissous dans les échantillons.

L'étudiant.e fournira un rapport en fin de stage comprenant l'ensemble des résultats.

4. Les prérequis :

- Étudiant en Master (M2) chimie analytique/ chimie environnementale ou ingénieur avec une formation en sciences de l'environnement.
- Des compétences (théorique et/ou pratique) sur tout ou partie des techniques précitées (UV-Vis, fluorescence, DLS, ICP-MS, analyses chimiques) sont nécessaires
- Une expérience de laboratoire (formation, stage) est un plus.

5. Responsable/ Encadrant :

- **Béatrice BECHET** - Directrice de Recherche MTE - Adjointe à la Direction de GERS (mission "Ville et environnement") - Directrice de la FR CNRS 2488
- **Pierre-Emmanuel PEYNEAU** – Chargé de recherche – Directeur du laboratoire Eau et Environnement
- **Malak DIA** - Doctorante CNRS/ Laboratoire eau et environnement/GERS/ Univ Eiffel Campus de Nantes

6. Lieu et durée du stage :

Lieu : Laboratoire Eau et Environnement – Université Gustave Eiffel, Campus de Nantes Allée des Ponts & Chaussées - Route de Bouaye - CS 5004 – Bouguenais

Durée : 6 mois à partir du 01.02.2023 (durée et date de début à ajuster en fonction de la disponibilité du candidat)

7. Rémunération :

Entre 450 et 560 euros/mois selon le nombre de jours travaillés dans le mois

8. Candidature :

- 8.1. Curriculum vitae (CV)
- 8.2. Lettre de motivation
- 8.3. Notes Universitaires de License/Master

A envoyer à :

Malak DIA sur malak.dia@cnr.fr

9. Référence :

- (1) Ostiguy et al. - Guide de Bonnes Pratiques Favorisant La Gestion de.Pdf.
- (2) AP2008et0005Ra.Pdf.
- (3) Tiede, K.; Boxall, A. B. A.; Tear, S. P.; Lewis, J.; David, H.; Hassellöv, M. Detection and Characterization of Engineered Nanoparticles in Food and the Environment. *Food Additives & Contaminants: Part A* **2008**, 25 (7), 795–821. <https://doi.org/10.1080/02652030802007553>.
- (4) Cornelis, G.; Hund-Rinke, K.; Kuhlbusch, T.; van den Brink, N.; Nickel, C. Fate and Bioavailability of Engineered Nanoparticles in Soils: A Review. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology* **2014**, 44 (24), 2720–2764. <https://doi.org/10.1080/10643389.2013.829767>.