



ED 398 Géosciences, Ressources Naturelles et Environnement

Proposition de sujet de thèse pour la rentrée universitaire 2020-2021

1. Titre/Title

Traçage de sources de pollutions industrielles & urbaines dans le bassin versant de la Scarpe: du terrain à la modélisation des mélanges à masse équilibré

Source tracing of industrial and urban pollution in the Scarpe River catchment: from field work to mass balanced mixing modeling

2. Adresses courriel du contact scientifique

christine.franke@mines-paristech.fr

claire.alary@imt-lille-douai.fr

3. Description du projet de thèse

Les cours d'eau sont le réceptacle de matières en suspension, issues de l'érosion des sols, du ruissellement des eaux pluviales et des activités urbaines et industrielles ainsi que des réseaux d'assainissement. Ces matières, notamment en milieu urbain et périurbain, sont aussi des vecteurs de transfert de pollutions retrouvées dans les sédiments des cours d'eau. En région Hauts de France, le réseau hydrographique se caractérise par l'importance des voies navigables. Géré par VNF (Voies Navigables de France), le réseau fluvial se doit d'être fonctionnel ; la gestion efficace des sédiments (lors du curage du réseau) passe par la connaissance des sources de matières pour la limitation des apports et de celle des rejets en vue d'améliorer la qualité des sédiments.

Le compartiment sédimentaire présente une très grande hétérogénéité géographique par les polluants rencontrés et leurs concentrations, en relation avec l'importance des apports, la typologie des sources et leur localisation. Une amélioration de la délimitation des "sources d'apport" et de la caractérisation des panaches de pollution est nécessaire. A cet effet, l'analyse du cortège des différentes substances présentes dans les matières en suspension (MES) ou les sédiments d'amont en aval d'un tronçon de cours d'eau, pourrait permettre de détecter différentes "signatures spécifiques", utilisables pour préciser les sources (démarche « finger printing ») et tenter de quantifier leurs contributions respectives le long du cours d'eau. Les méthodes statistiques, qui permettent d'analyser les différentes échelles de variabilité spatiale des concentrations, ont déjà permis de mieux expliquer les "pics" de pollutions observés dans les sédiments au regard des sources identifiées (*Alary & Demougeot-Renard, 2009*).

La thèse porte sur l'étude des concentrations en HAP, PCB et métaux dans les sédiments, et sur le traçage des sources de pollutions dans le bassin versant de la Scarpe, au Nord de la France, pour lesquels une base de données est disponible.

On cherchera à affiner la compréhension des dynamiques de dépôts et donc d'extension des panaches et de niveau des concentrations, en relation avec les flux de MES et la localisation des sources. Des campagnes de terrain (prélèvements des sédiments et des MES) seront effectuées pour systématiser les données de "cortèges" de polluants et pour préciser l'extension de certaines panaches, en tenant compte des variations des concentrations dans la largeur du cours d'eau. Les méthodes physico-chimiques mises en œuvre permettront de préciser les liens entre les processus hydro-sédimentaires et les phases porteuses (e.g. *Kayvantash et al., 2017 ; Franke et al., 2009, Franke et al., in rev.*).

Les concentrations dans les sédiments seront examinées selon la nature du polluant et en relation avec les flux de MES, vecteurs de ces pollutions. L'analyse multi-variable des concentrations (dans les sédiments et les MES),

combinant les méthodes statistiques, comme la modélisation des mélanges à masse équilibré (Patault et al., 2019), sera utilisée pour rechercher des "signatures" et en suivre l'évolution spatiale. Des cartographies/bilans des concentrations des pollutions à différentes échelles spatiale, et si possible des contributions des différentes sources détectées, seront établies.

Proposal description

River systems represent the sink for particles that origin from different sources such as from erosion, precipitation run off, urban or industrial activity as well as water treatment stations. The particulate matter is the transfer vector for anthropogenic pollutants that can be observed in the river sediments/deposits. In the « Haute de France » Region the hydrographic network is strongly characterized by the navigable waterways, that have to be highly functional and that are managed by VFN (Voies Navigables de France). For the improvement of the sediment quality and the efficiency of sediment management (e.g. treatment of sewage sludge) a good knowledge of the pollutant sources is necessary, to limit their input and drain.

The sedimentary fraction presents a high spatial heterogeneity in terms of the distribution of the present contaminants, their respective concentrations, the importance and type of their input source. Thus, a delimitation of the input source(s) and a better characterization of the pollutant mixture are needed. In a given river section, the analysis of the contaminant cortège in the context of the suspended particulate matter (SPM) and upstream to downstream sediment deposits presumably result in "specific signatures" that can be used for finger printing of the different input pathways and sources of pollutants. This approach will also be used to attempt the quantification of the respective contribution of the sources along the river profile. Statistic methods allow analyzing the spatial variability of concentrations and help to explain observed pollution peaks in sediments taking into account pre-identified sources (Alary & Demougeot-Renard, 2009).

The thesis focalizes on the study of polycyclic aromatic hydrocarbon (PAH), polychlorinated biphenyl (PCB), and metal concentrations in the river sediments and on the source tracing of the pollutants in the Scarpe River catchment in northern France, for which a data base is available.

The comprehension on the deposit dynamics and thus the extension of the contaminant mixture and the evolution of the concentrations in respect with the SPM flux and source location will be refined. Sampling campaigns (sediment and SPM) will be conducted to systemize the data set on the cortège of the pollutants and to precise the extension of the mixtures, taking into account the possible concentration variations along the width of the river section. Physico-chemical methods will permit the precision of the link between the hydro-sedimentary processes and the carrier phases (e.g. Kayvantash et al., 2017; Franke et al., 2009, Franke et al., in rev.).

The concentrations in the sediments will be examined appropriate to their nature and relation to the SPM flux, that are the vectors of the contamination. Multivariate analysis (MVA) of the concentration (in the sediment and SPM) in combination with statistic methods such as mass balanced mixing modeling (Patault et al., 2019) will be applied to the data set to search the tracer signature(s) for the spatial evolution of the signal. Concentration mapping of the pollutants at different spatial scaling and, if possible, an estimation of the level of source contributions will be established.

4. Compétences et connaissances requises/ *Required skills*

Cette thèse multidisciplinaire nécessite une bonne motivation et la disponibilité à compléter ses connaissances dans différentes disciplines. Le candidat/la candidate aura une formation de type Master en géosciences ou ingénieur généraliste ou équivalent, des connaissances solides en géochimie et sédimentologie, et le goût de la modélisation physique. Un intérêt pour les thématiques environnementales ainsi que le travail pratique de terrain sont évidemment souhaités. L'aptitude et l'intérêt pour la programmation informatique sont nécessaires. La connaissance de notions en géophysique serait appréciée. Le travail associant plusieurs équipes, une bonne autonomie et de bonnes capacités relationnelles sont attendues.

This multi-disciplinary thesis subject needs a good motivation and operational readiness of the candidate to complete the knowledge in the respective disciplines. The candidate should have a higher university degree (« ingénieur généraliste », M.Sc. in Geosciences, or equivalent) a solid geochemical and sedimentology training and an interest for physics modeling. The ability for numerical programming are necessary. Skills in geophysics, a strong interest in environmental topics, and a sense for practical field work are highly appreciated. Since the project associates several working groups, a good autonomy and communication skills are expected.

5. Modalités d'encadrement

Unité(s) de recherche au sein de laquelle le doctorat est réalisé :

MINES ParisTech - PSL Research University
Centre de Géosciences
35 rue Saint-Honoré
77305 Fontainebleau Cedex

IMT Lille - Douai, LGCgE/GCE
764 Bd Lahure - CS 10838
59508 Douai Cedex

Directeur de l'unité :

Lagneau, Vincent, directeur du Centre de Géosciences, MINES ParisTech

Directeur(s)* de thèse (HDR ou équivalent) : *Responsabilités spécifiques de chaque encadrant :*

Franke, Christine (Dr., géologue/géophysicienne, MINES ParisTech, HDR en cours d'accréditation)

Co-encadrants (non HDR) :

Alary, Claire (Dr., géochimiste, IMT Lille-Douai)

(collaboration étroite avec Marion Deleplanque VNF)

6. Conditions matérielles de réalisation du projet de recherche

Financement spécifiques obtenus pour le projet : **[Oui/Non]**, si oui lesquels ?

Demande de financement en cours (environnement de la thèse)

Financement des missions nécessaires pour la réalisation du projet : **[Oui/Non]**, si oui lesquels et pour quelles missions ?

Oui, séjours et missions en région Hauts de France (campagnes de terrain, réunions)

Accès à des bases de données spécifiques : **[Oui/Non]**, si oui lesquelles ?

Oui (collaboration VNF, contact Marion Deleplanque)

Accès à des ressources documentaires spécifiques : **[Oui/Non]**, si oui lesquelles ?

Cartes géologiques, cartes pédologiques, cartes des réseaux hydrographiques

Accès à des plateformes : **[Oui/Non]**, si oui lesquels ?

plateformes analytiques laboratoires IMT Lille-Douai et Géosciences/MINES ParisTech

Accès à des grands instruments : **[Oui/Non]**, si oui lesquels ?

7. Précisions sur les objectifs de valorisation des travaux issus du projet de recherche : [champ libre]

Congrès (nationaux, internationaux) & publications dans des revues internationales.

Bibliographie

Alary, C., Demougeot-Renard, H., 2009. Factorial Kriging analysis as a tool for explaining the complex spatial distribution of metals in sediments. *Environ. Sci. Technol.* 44,593–599.

Franke, C., Kissel, C., Robin, E., Bonté, P., Lagroix, F., 2009. Magnetic particle characterization in the Seine river system: Implications for the determination of natural versus anthropogenic input, *Geochem. Geophys. Geosyst.*, 10, Q08Z05, doi:10.1029/2009GC002544.

Franke, C., Patault, E., Alary, C., Abriak, N.-E., Lagroix, F., Magnetic fingerprinting of fluvial suspended particles in the context of fertile soil erosion: example of the Canche River watershed (Nord-Pas-de-Calais, France), *Geochem. Geophys. Geosyst.*, in rev. Kayvantash, D., Cojan, I., Kissel, C., Franke, C., 2017. Magnetic fingerprint of the sediment load in a meander bend section of the Seine River (France), *Geomorphology*, 286, 14–26.

Patault, E., Alary, C., Franke, C., Abriak, N.-E., 2019. Quantification of sub-basin contributions using a confluence-based sediment fingerprinting approach on the Canche river catchment (France), *Science of the Total Environment*, 668, 457–469.