

English version

Transfers of radionuclides and trace metal elements in a soil-water continuum near the Fessenheim nuclear power plant

Radionuclides (RNs) and trace metal elements (TMEs) present in the environment are of great concern for ecosystem health and have gained significant attention from society. Quantifying the levels of RNs/TMEs and understanding their mechanisms of transfers from soils and sediments to stream and ground-waters are crucial for assessing their environmental impact and formulating effective remediation strategies.

Among the various agents involved in the transfers of RNs and TMEs from soils or sediments to stream and ground-waters, natural organic matter resulting from the degradation of plants and other organisms, as well as organic matter of anthropogenic origin (e.g., a variety of organic micro-pollutants released from human activities), are expected to play a key role. Depending on physicochemical conditions, organic matters (OMs) may either favor the retention of RNs and TMEs onto surfaces of the minerals in soils and sediments -due to formation of ternary surface metallo-organic complexes-, or its transport in waters owing to formation of dissolved or colloidal metallo-organic complexes. To this regard, wetlands or floodplains sited at the interface between terrestrial and aquatic (fluvial) media are key geochemical systems. They represent a zone of exchange and they have a high capability to scavenge both OMs and TMEs/RNs. A comprehensive understanding of their complex functioning is thus critically needed, as they are potentially efficient traps of both atmospheric CO₂ and organic and metallic pollutants.

Organic matters could thus significantly influence the mobility, bioavailability, and potential impact of contaminants on ecosystems and human health [1, 2]. This internship specifically focuses on studying an ecosystem near the Fessenheim nuclear power plant, which has released RNs/TMEs throughout its 42 years of operation [3]. The primary objective of this internship is to elucidate the relationship existing between the distribution of RNs/TMEs in a soil profile-water system collected in a wetland and the presence/composition of OM present along the soil profile and in the pore water.

The student will be involved in the following tasks:

- Analyze different RNs/TMEs notably uranium, lead, cesium-137, and iodine in a soil core sample and in percolating waters collected from a wetland sited in the vicinity of the Fessenheim nuclear powerplant and the Old Rhine River,
- Extract and characterize organic matters in the soil and water samples,
- Elucidate the impact of organic matters on the soil-water distribution of RNs/TMEs.

Methods

- Sample collection, organic matter extraction,
- Elemental analyses (ICP-OES, ICP-MS, ion chromatography...)
- Radiological analyses (γ -spectrometry)
- Spectroscopic techniques (UV-Vis, emission of fluorescence)
- Molecular characterization (ESI-FT mass spectrometry)

Expected skills

- Knowledge of solid/liquid extraction and analytical techniques such as ion chromatography, UV-Vis spectroscopy, Fluorescence spectroscopy and ICP-MS.
- Good oral and written communication skills in English and/or French.
- Ability to take initiative and work as part of a team.

Host laboratory

Dr. Lu Liu et Dr. Mirella Del Nero

Radiochemistry group, Institut Pluridisciplinaire Hubert Curien (IPHC-CNRS, UMR7178)

23 Rue Du Lœss, Campus de Cronenbourg, 67200 Strasbourg, France

To apply

Send CV and cover letter to lu.liu@iphc.cnrs.fr

Successful candidates will be interviewed

References

- [1] G. Fleury, M. Del Nero, R. Barillon, *RSC Adv* **2017**, 7(68), 43090–43103.
<https://doi.org/10.1039/c7ra06838g>.
- [2] M. Roulier, L. Carasco, D. Orjollet, M. Bueno, F. Pannier, I. Le Hécho, M. Nicolas, F. Coppin, *J. Environ. Radioact.* **2022**, 248, DOI 10.1016/j.jenvrad.2022.106872.
- [3] <https://www.edf.fr/centrale-nucleaire-fessenheim>

Version française

Transferts des radionucléides et des éléments traces métalliques dans un continuum sol-eau situé à proximité de la centrale nucléaire de Fessenheim

Les radionucléides (RNs) et les éléments traces métalliques (ETMs) présents dans l'environnement suscitent une vive préoccupation quant à leur impact sur la santé des écosystèmes, et la société leur accorde une attention particulière. Il est essentiel de quantifier les niveaux de concentration des RNs / ETMs et de comprendre leurs mécanismes de transfert des sols et sédiments aux eaux fluviales et de nappe afin d'évaluer leur impact sur l'environnement et de formuler des stratégies d'assainissement efficaces.

Parmi les divers agents impliqués dans les transferts sol – eau des RNs/ETMs, la matière organique naturelle provenant de la dégradation des débris des végétaux et organismes, ainsi que la matière organique d'origine anthropique (constituée de micropolluants organiques issus de diverses activités humaines), jouent un rôle clé. En fonction des conditions physicochimiques, les matières organiques (MO) peuvent favoriser la rétention des RN et des ETM à la surface des minéraux des sols et sédiments, en raison de la formation de complexes métallo-organiques de surface ternaires, ou leur mobilité et transport dans les eaux du fait de la formation de complexes métallo-organiques dissous ou colloïdaux. À cet égard, les zones humides et les plaines d'inondation situées à l'interface entre les milieux terrestre et aquatique (fluvial) sont des systèmes géochimiques clés. Elles représentent des zones d'échanges ayant une forte capacité à piéger les MO et les ETMs/RNs. Une compréhension approfondie de leur fonctionnement est donc indispensable, car elles constituent potentiellement des pièges efficaces du CO₂ atmosphérique et des polluants organiques et métalliques.

La MO pourrait donc influencer de manière significative la mobilité, la biodisponibilité et l'impact potentiel des contaminants sur les écosystèmes et la santé humaine [1, 2]. Ce stage se concentre spécifiquement sur l'étude d'un écosystème situé à proximité de la centrale nucléaire de Fessenheim, qui a rejeté des RNs/ETMs au cours de ses 42 années d'exploitation [3]. L'objectif principal de ce stage est d'élucider les relations existant entre la distribution des RNs/ETMs dans un continuum eau pore - profil de sol collecté dans une zone humide et la présence/la composition de la MO présente le long du sol et dans les eaux poreuses.

L'étudiant.e sera impliqué.e dans les tâches suivantes :

- Analyser différents RNs/ETMs, notamment l'uranium, le plomb, le césium-137 et l'iode dans les échantillons d'une carotte de sol et dans l'eau poreuse prélevés dans une zone humide située à proximité de la centrale nucléaire de Fessenheim et du Vieux Rhin,
- Extraire et caractériser les matières organiques dans les échantillons de sol et d'eau,
- Elucider l'impact des matières organiques sur la distribution des RNs/TMEs entre eau et sol.

Méthodes

- Collecte des échantillons, extraction de la matière organique,
- Analyses élémentaires (ICP-OES, ICP-MS, chromatographie ionique...),
- Analyses radiologiques (spectrométrie γ),
- Techniques spectroscopiques (UV-Vis, émission de fluorescence)

- Caractérisation moléculaire (spectrométrie de masse ESI-MS)

Compétences attendues

- Connaissance de l'extraction solide/liquide et de techniques analytiques (chromatographie ionique, spectroscopie UV-Vis, spectroscopie de fluorescence, ICP-MS).
- Aptitude à la communication orale et écrite en anglais et/ou en français.
- Capacité à prendre des initiatives et à travailler en équipe.

Laboratoire d'accueil

Dr. Lu Liu et Dr. Mirella Del Nero

Groupe radiochimie, Institut Pluridisciplinaire Hubert Curien (IPHC–CNRS, UMR7178)

23 Rue Du Lœss, Campus de Cronembourg, 67200 Strasbourg, France

Pour candidater

Envoyer CV et lettre de motivation à lu.liu@iphc.cnrs.fr

Les candidats retenus passeront un entretien.

Références

- [1] G. Fleury, M. Del Nero, R. Barillon, *RSC Adv* **2017**, 7(68), 43090–43103.
<https://doi.org/10.1039/c7ra06838g>.
- [2] M. Roulier, L. Carasco, D. Orjollet, M. Bueno, F. Pannier, I. Le Hécho, M. Nicolas, F. Coppin, *J. Environ. Radioact.* **2022**, 248, DOI 10.1016/j.jenvrad.2022.106872.
- [3] <https://www.edf.fr/centrale-nucleaire-fessenheim>