

Workshop Atelier OSUG-Polluants

Matinée des Doctorants et Post-Doctorants

Le 13 janvier 2026 - Grande salle Liboutry

L'équipe d'animation de l'atelier Polluant 'Ecodynamique et écotoxicologie des xénobiotiques' propose d'organiser une session dédiée aux doctorants et post-doctorants.

Organisation de la matinée

8:30-9:00, Accueil

9:00-9:30, Conférence invitée '*Les héritages miniers alpins*', Magali Rossi (EDYTEM)

9:30-10:30, Session poster (5 min oral/poster) et pause-café

- Favien Letort (ISTerre) - Exploring the capabilities of HERFD-XAS to resolve Cd speciation in environmental samples
- Zoé Arrigoni-Cravatte (CARRTEL - EDYTEM) - Monitoring and speciation of Road Dust contaminants in a Perialpine French Lake.
- Cécile Tassel (IGE) - Effects of Short-term exposure to PM₁₀ Sources and Oxidative Potential on Lung Function in Early Childhood.
- Nathalie Feignier (LECA) - Ecophysiologie de *Poa alpina* sur gradients de pollutions métalliques/HAPs issus des activités minières passées dans l'Arc alpin.
- Naomi Nitschke (ISTerre) - Mercury speciation and reactivity during sediment diagenesis in gold-mining impacted hydrosystems (French Guiana).
- Claire Lasserre (CARRTEL) - Effects of environmental changes on aquatic plants in alpine lakes: characterisation and roles of specialised compounds and associated microbial diversity.
- Marion Hubert Turuani (ISTerre) - Geochemical exploration for rare metals in phosphate fertilizers using multi-element analysis (XRF).
- Elia Laroche (IGE) – Stratégie(s) multi-échelles de recyclage de déchets riches en métaux : du réacteur de laboratoire au pilote de terrain.

10:30-11:00, Conférence invitée '*Polluants persistants dans les Alpes – une approche sociologique*', Stéphane Marpot (EDYTEM)

11:00-12:15, Conférences

- Vincent Tardy (CARRTEL-INRAE) - L'approche PICT au service du diagnostic de la pression chimique des milieux aquatiques : vers un référentiel opérationnel.
- Djamilou Dabre (ISTerre) - Environmental and geochemical conditions favouring mercury methylation in river sediments from artisanal gold mining sites along the Mouhoun River (Burkina Faso): Overview of the role of amorphous iron oxides.
- Maria Page (CARRTEL) - Atmospheric ammonium dominates nitrogen inputs to alpine lakes in the French Alps.
- Sofia Soloperto (LECA) - L'étude des altérations comportementales en écotoxicologie.
- Marine Souchier (CARRTEL) - Pollution des Lacs de montagne et Observation des Usages récréatifs et pastoraux.

12:15, Fin de la matinée

Posters

Exploring the capabilities of HERFD-XAS to resolve Cd speciation in environmental samples

F. Letort^{a, b, *}, L. Amidani^b, H. Castillo-Michel^b and G. Sarret^a

^a Université Grenoble Alpes, Université Savoie Mont Blanc, CNRS, IRD, Université G. Eiffel, ISTerre, Grenoble, France

^b ESRF, The European Synchrotron, Grenoble, France

Project : Cadmium and cacao

E-mail contact: Fabien.Letort@esrf.fr

Cadmium (Cd) is a non-essential metal classified as class 1 carcinogen ^[1], which can induce detrimental effects for humans. For the general population (excluding smokers), dietary intake is the primary route of Cd exposure. Understanding Cd speciation in crops is essential to unravel its transport and accumulation pathways, particularly to develop effective mitigation strategies aimed at reducing Cd levels in edible parts. The Cd concentration in crops exposed to low Cd contamination is below the detection limit of X-ray Absorption Spectroscopy (XAS). High Energy Resolution Fluorescence Detected X-ray Absorption Spectroscopy (HERFD-XAS) offers enhanced sensitivity and spectral resolution. At the BM20 beamline of the European Synchrotron, we recorded a database of HERFD-XAS spectra of Cd compounds. We analyzed both organic (Cd-phytate, -malate, -tannate, -acetate, -cell wall-bound, and -calcium oxalate at varying Ca/Cd ratios) and inorganic (Cd-O, -S, -CO₃, -(PO₄)₂, -Cl₂, -SO₄, -H₂(PO₄)₄, and -Fh) forms of Cd. These spectra were compared with previous XAS data acquired at the ID21 beamline ^[2] of the European Synchrotron. Our results demonstrate clear spectral distinctions between different Cd compounds, offering improved spectral resolution, especially on the Cd-O binding at ~3540 eV. This work offers promising perspectives to identify Cd speciation in complex environmental samples. The new reference database will (i) support future Cd speciation analyses in crops and (ii) be made publicly available to the scientific community.

[1] WHO/IARC. 2025, Available online at: <https://monographs.iarc.fr/agents-classified-by-the-iarc/> (accessed May, 26, 2025)

[2] Blommaert, H. Castillo-Michel, H. Veronesi, G. Tucoulou, R. Beauchêne, J. Umaharan, P. Smolders, E. & Sarret, G. Environmental and Experimental Botany, 2025, 221

Monitoring and speciation of Road Dust contaminants in a Perialpine French Lake

Z. Arrigoni^{1,2}, E. Réalis-Doyelle¹ and E. Naffrechoux²

¹ CARRETEL, Univ. Savoie Mont Blanc, INRAE

² EDYTEM, Univ. Savoie Mont Blanc, CNRS

E-mail contact: zoe.arrigoni-cravatte@univ-smb.fr

Tire Wear Particles (TWPs), a major component of road dust (RD), pose a significant threat to aquatic ecosystems. Abrasion of tires on roads generates microplastic-like particles that are transported to freshwater ecosystems during stormwater runoff. These particles release multiple pollutants, including metals such as zinc (Zn) and copper (Cu), polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs), and organic additives like the diphenylguanidine (DPG) or 6PPD and its oxidation product 6PPD-Q. Automotive sources are estimated to contribute nearly 30 tons of TWPs per year to Lake Geneva (Lac Léman, Switzerland). Despite increasing concern regarding the ecotoxicity of these compounds, their environmental fate and speciation in lacustrine systems remain poorly documented. This research project aims to investigate the transport pathways of RD and TWPs in freshwater ecosystems during different meteorological events and to characterize the speciation of their associated contaminants. Over an 18-month monitoring period, we will quantify the TWP and several of their associated contaminants: Zn, PAHs, DPG, 6PPD, and 6PPD-Q at both a contaminated and a reference site. The contaminated site will be located near a spillway on the shore of Lake Annecy, a highly anthropized littoral zone subject to dense road traffic. To assess speciation, contaminants will be measured across multiple environmental compartments, including runoff water, the dissolved phase of the water column, suspended organic matter, macroplankton, and lake sediments near the spillway. By combining long-term monitoring with a multi-compartment analytical approach, this study will provide new insights into the transfer dynamics of RD and TWPs within lacustrine ecosystems. The project will improve understanding of contamination processes in the littoral zone at the crucial interface between freshwater ecosystem and anthropogenic activity.

Effects of Short-term exposure to PM₁₀ Sources and Oxidative Potential on Lung Function in Early Childhood

Cécile Tassel^{1,2}, Gaëlle Uzu¹, Vy Dinh Ngoc Thuy¹, Jean-Luc Jaffrezo¹, Anne Boudier², Anouk Marsal¹, Catherine Coulaud¹, Céline Voiron¹, Joane Quentin^{2,3}, Olivier Favez^{4,5}, Stephane Sauvage¹, Stephane Socquet⁶, Rémy Slama², Rhabira Elazzouzi¹, Sarah Lyon-Caen², Sophie Darfeuill¹, Zoltán Hantos⁷, Claire Philippat², Sam Bayat^{3,8}, Valérie Siroux², and the SEPAGES cohort study group

¹Université Grenoble Alpes (UGA), CNRS, IRD, Grenoble-INP, INRAE, IGE (Institute of Environmental Geosciences), 38402, Grenoble, France

²University Grenoble Alpes, Inserm U1209, CNRS UMR5309, Team- Environmental Epidemiology Applied to Development and Respiratory Health, Institute for Advanced Biosciences, 38000 Grenoble, France

³Department of Pulmonology and Physiology, CHU Grenoble Alpes, Grenoble, France

⁴Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air (LCSQA), 60550 Verneuil-en-Halatte, France

⁵Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques (Ineris), Verneuil-en-Halatte, France

⁶ATMO Auvergne-Rhône-Alpes, 69500 Bron, France

⁷Department of Technical Informatics, University of Szeged, Szeged, Hungary

⁸Université Grenoble Alpes, Inserm UA07 STOB Laboratory, Grenoble, France

E-mail contact: cecile.tassel@univ-grenoble-alpes.fr

Air pollution, especially particulate matter (PM), is responsible for short- and long-term health effects (WHO, 2021). In particular, PM exposure during early life may affect lung development. In order to effectively reduce exposure to PM during this vulnerable stage of life, it is essential to determine which sources are the most harmful and which indicators are the most relevant for assessing PM health impacts. The aim of our study was to estimate the associations of short-term exposure to PM₁₀ (PM with a diameter below 10 µm) mass concentration, sources and oxidative potential (OP), with child respiratory health. OP is an innovative indicator of PM capacity to induce oxidative stress in the lungs, a key mechanism involved in PM adverse effects on health.

This epidemiological study is based on the data from the SEPAGES cohort, a couple-child cohort in Grenoble, France (N=435). Health endpoints were measured during clinic visits at 6 weeks and 3 years of age (2015-2021), using respiratory tests. Exposure parameters were assessed using PM₁₀ filters collected at an urban background station (Les Frênes station), operated by ATMO AURA. These PM₁₀ samples were analysed for chemical composition, allowing to identify PM₁₀ sources using a 10-year source apportionment (Ngoc Thuy, 2025). Exposure measurements were averaged over four short-term windows (1-, 3-, 7- and 14-day). Associations between exposure parameters and child lung function were assessed using linear regressions adjusted on potential confounders, including child's height, sex and smoking environment, parental level of education and history of rhinitis and asthma, and mean outdoor temperature.

Results showed adverse effects of primary traffic PM₁₀ on child lung function, but also the harmful role of biomass burning and primary biogenic sources. In addition, OP was found adversely associated to child lung function, contrary to PM₁₀ mass concentration.

Ecophysiologie de *Poa alpina* sur gradients de pollutions métalliques/HAPs issus des activités minières passées dans l'Arc alpin

Nathalie Feignier¹, Marion Deville-Cavellin¹, Géraldine Sarret², Eglantine Gavoty³,
Stephane Reynaud¹, Boucher Florian¹, Muriel Raveton¹

¹ Université Grenoble Alpes, CNRS, Laboratoire d'Ecologie Alpine (LECA), 38000 Grenoble, France

² Université Grenoble Alpes, CNRS, IRD, ISTERRE, 38000 Grenoble, France

³ Jardin du Lautaret, Col du Lautaret, 05480 Villar d'Arène, France

Project : ANR LandMine

E-mail contact: nathalie.feignier@univ-grenoble-alpes.fr

Les activités minières génèrent des déchets riches en métaux traces, en métalloïdes (ETM) et en hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAPs), souvent laissés sur site après la fermeture de la mine. Dans les Alpes, certaines exploitations étaient localisées à l'étage alpin de végétation, une zone particulièrement sensible aux stress anthropiques. L'impact des déchets miniers sur cette végétation alpine locale reste encore peu étudié. Le projet LandMine s'intéresse à *Poa alpina*, une plante alpine capable de pousser sur ces sols contaminés.

Les objectifs sont de caractériser les mécanismes de réponse de l'espèce au stress métallique :

- au niveau physiologique, par la mesure de traits fonctionnels comparant des individus poussant sur sols pollués et non pollués ;
- au niveau moléculaire, par l'analyse comparative des transcriptomes et métabolomes de plantes contaminées et témoins ;
- au niveau évolutif, par une approche de transplantation réciproque, qui permettrait d'identifier une potentielle adaptation génétique de l'espèce au sol pollué.

Ces approches pourront mettre en évidence la réponse micro-évolutive de *Poa alpina* sous stress contaminant et de sélectionner des proxys écophysiologiques pour suivre la tolérance des plantes aux déchets miniers alpins.

Mercury speciation and reactivity during sediment diagenesis in gold-mining impacted hydrosystems (French Guiana)

Naomi Nitschke^{1,2}, Stéphane Guédron², Emmanuel Tessier¹, Sylvain Campillo²,
Aubin Thibault de Chanvalon¹, David Amouroux¹

¹ Université de Pau et des Pays de l'Adour, CNRS, IPREM, Pau, France

² Université Grenoble Alpes, CNRS, IRD, ISTERRE, 38000 Grenoble, France

Project : ECLAT

E-mail contact: naomi.nitschke@univ-pau.fr

In Amazonian ecosystems, artisanal and small-scale gold mining (ASGM) involves deforestation and thorough soil reworking leading to exacerbated soil erosion and the remobilisation of particles which are naturally enriched in mercury (Hg). Furthermore, illegal gold miners amalgamate the gold using liquid Hg, which is then released to the surrounding environment. Both these sources contribute to increasing the export of Hg to the hydrosystems, where it can undergo methylation, bioaccumulation along the food chain, and pose a health risk for local populations through fish consumption.

However, the mechanisms involved in the mobility and transport of Hg towards and within the hydrosystems depend on its speciation and its reactivity in the ecosystem, and are still poorly characterised.

In this study, sediment deposits have been sampled during low and high water-level seasons at confluences impacted by gold mining in two major rivers of French Guiana. Inorganic Hg (iHg), methyl-Hg (MeHg), along with geochemical data (organic carbon, major and trace elements) will be measured in surface, overlying and porewater above and in these high resolution sediment cores, as well as in the suspended particulate fraction.

In addition, to investigate the potential for Hg reactivity in the sediments and in the water column, incubation experiments with isotopically-spiked Hg species have been conducted on-site, in sediment and surface water samples.

The combination of geochemical data to determine Hg carrier phases, with incubation experiments to unravel its reactivity, will allow a deeper understanding of Hg mobility and provide tools to assess the impact of gold mining on Hg transport in an amazonian hydrosystem.

Effects of environmental changes on aquatic plants in alpine lakes: characterisation and roles of specialised compounds and associated microbial diversity

Lasserre Claire¹, Emilie Lyautey¹, Geneviève Chiapusio¹

¹ Centre Alpin de Recherche sur les Réseaux Trophiques et les Ecosystèmes Limniques (CARRTEL),
Bourget-du-Lac

Project : MicMac et MicroLac
E-mail contact: claire.lasserre@univ-smb.fr

Lacustrine ecosystems are increasingly threatened by global environmental changes, particularly the synergy between rising temperatures and multi-source contamination (organic, metallic, and microplastics). Macrophytes, as primary producers, play a fundamental role in these habitats, yet their response to these combined stressors remains poorly understood at the holobiont level. This study investigates how environmental pressures alter plant functional traits and the diversity of their associated microbial communities.

Our research objectives are threefold: i) to characterise the effects of pollutants and thermal stress on plant physiology and specialised metabolite production; ii) to determine the composition and function of the microbiome across different ecological niches (polluted and non-polluted areas); and iii) to highlight the impact of pollutants on plant-microorganism interactions.

The methodology integrates in situ observations and controlled experiments. Field campaigns conducted at Lake Bourget in June 2025, provided a baseline for microbiome variation along a contamination gradient and between species. Preliminary NMDS analysis indicates that matrix type significantly influences the microbiome structure at both taxonomic and phylogenetic levels ($p < 0.001$), with sediment hosting a more homogeneous community than plant-associated niches. Furthermore, microcosm experiments (MicMac 2026) are designed to isolate the effects of thermal stress (19 °C vs. 22 °C) on the holobiont.

By combining metagenomics (bacteria, archaea, fungi) and metabolomics, this project aims to provide a comprehensive understanding of how aquatic plant-microbe interactions adapt to global change. These findings will be crucial for predicting the resilience of alpine lake biodiversity in the face of anthropogenic pressure.

Geochemical exploration for rare metals in phosphate fertilizers using multi-element analysis (XRF)

Hubert Turuani M.¹, Janots E.¹, Sarret G.¹, Magnin V.¹

¹ Univ. Grenoble Alpes, Univ. Savoie Mont Blanc, CNRS, IRD, Univ. Gustave Eiffel, ISTerre, 38000 Grenoble, France

Project : XRF Georessources

E-mail contact: marion.turuani@univ-grenoble-alpes.fr

The increasing use of phosphate fertilizers is essential to meet global food needs and support modern agricultural systems. These fertilizers present a paradox: they are both a vector for toxic contaminants and a potential reservoir for strategic metals (El Zrelli et al., 2021). They concentrate a wide range of metallic elements present in trace (10-100 ppm), including elements that are beneficial to living organisms (Zn, Cu, Mn, B, Mo, Fe) and contaminants that are toxic even in low doses (Cd, Pb, As, Hg, Cr, Ni, U). Cadmium, classified as a carcinogenic substance by the World Health Organization, occupies a central place, and the European Union has set a maximum content of 60 ppm in phosphate fertilisers [European Commission, 2019]. However, Cd concentrations vary greatly depending on the geological origin of the phosphates and the industrial processes used (Niño-Savala et al., 2019). Verification of these thresholds is currently based on two families of techniques: - chemical analyses in solution (ICP-AES, ICP-MS), which are highly sensitive and accurate, but expensive, time-consuming and require large quantities of aggressive chemical reagents (Webb, 2018); or - X-ray fluorescence (XRF) analyses, which are rapid and less restrictive in terms of sample preparation, but have so far been limited in sensitivity and strongly impacted by matrix effects (Perčič et al., 2023). These constraints limit the frequency of checks and hinder the deployment of rapid, accessible and reliable monitoring tools. Recent developments in portable X-ray fluorescence (pXRF) devices make it possible to detect low natural levels (~10 ppm) and open up new prospects for rapid and inexpensive analysis (Dekeyrel et al., 2024). They now represent an alternative to conventional laboratory analyses, but their actual performance on complex matrices such as phosphate fertilizers remains to be demonstrated. This project therefore aims to develop an innovative methodology for detecting and quantifying rare metals, particularly cadmium, in phosphate fertilisers using pXRF, both for pollution control applications and for estimating the reservoir potential of strategic metals.

Références :

- Dekeyrel, J. et al. Using optimized monochromatic energy dispersive X-ray fluorescence to determine the cadmium concentration in cacao and soil samples. *Heliyon*, 2024, vol. 10, no 20.
- El Zrelli, R. et al. Rare earth elements characterization associated to the phosphate fertilizer plants of Gabes (Tunisia, Central Mediterranean Sea): Geochemical properties and behavior, related economic losses, and potential hazards. *Science of the Total Environment*, 2021, vol. 791, p. 148268.
- Niño-Savala, A., et al. Cadmium pollution from phosphate fertilizers in arable soils and crops: An overview. *Front. Agric. Sci. Eng.*, 2019, vol. 6, no 4, p. 419-430.
- Perčič, A. et al. Metals contained in various formulations of mineral nitrogen fertilizers determined using portable X-ray fluorescence. *Agronomy*, 2023, vol. 13, no 9, p. 2282
- Webb, S. Simultaneous determination of arsenic, cadmium, calcium, chromium, cobalt, copper, iron, lead, magnesium, manganese, molybdenum, nickel, selenium, and zinc in fertilizers by microwave acid digestion and argon inductively coupled plasma-optical emission spectrometry detection: Single-laboratory validation, first action 2017.02. *Journal of AOAC International*, 2018, vol. 101, no 2, p. 383-384.

STRATEGIE(S) MULTIECHELLES DE RECYCLAGE DE DECHETS RICHES EN METAUX: DU REACTEUR DE LABORATOIRE AU PILOTE DE TERRAIN.

E. Laroche¹, L. Spadini¹, L. Oxarango¹, V. Grennerat², A. Crouzet¹, D. Bucci², P. Jeannin³, P. Xavier² Et J.M.F. Martins¹

¹ Univ. Grenoble Alpes, CNRS, G-INP, IRD, IGE, F-38000 Grenoble, France

² Univ. Grenoble Alpes, USMB, CNRS, G-INP, CROMA, F-38000 Grenoble, France

³ Univ. Grenoble Alpes, CNRS, G-INP, G2ELAB, F-38000 Grenoble, France

Project : REVIVING et DESIRE4EU

E-mail contact: elia.laroche@univ-grenoble-alpes.fr et jean.martins@univ-grenoble-alpes.fr

Pour satisfaire la demande mondiale en métaux en croissance constante et dont la principale conséquence est la criticité de nombreux métaux, l'exploitation des ressources primaires ne cesse d'augmenter ainsi que la production de déchets qui représentent des dangers sanitaire et écologique. Pour limiter leurs impacts, une approche innovante consiste à considérer ces déchets, comme des ressources secondaires, selon un concept d'économie circulaire. L'objectif des projets européens REVIVING et DESIRE4EU est de développer un procédé de recyclage efficace des métaux d'intérêt à partir de déchets miniers riches en tungstène (Panasqueira, Portugal) et de cartes électroniques recyclables et dégradables, respectivement.

Dans le cadre du projet REVIVING, nous avons exploité une série de bioréacteurs de laboratoire à des échelles expérimentales croissantes (réacteurs batch de 10g ; x200 : réacteurs colonnes à flux continu de 2 Kg) avant une mise à l'échelle du procédé in situ (x100 : réacteur colonne à flux continu de 200 Kg). Un suivi des paramètres physico-chimiques et biologiques (pH, O₂, concentrations des métaux, DNA-metabarcoding ...) a été effectué sur les différents réacteurs. Une approche similaire a été adoptée pour le projet DESIRE4EU. La compréhension et l'optimisation en micro-réacteurs de la biolixiviation des métaux à partir de cartes électroniques est en cours d'optimisation.

L'ensemble de nos résultats contribueront à consolider nos connaissances pour répondre à des objectifs de l'économie circulaire en valorisant les déchets par la production secondaire de métaux critiques à partir de déchets.

Conférences

L'approche PICT au service du diagnostic de la pression chimique des milieux aquatiques : vers un référentiel opérationnel

Vincent Tardy ⁽¹⁾, Laura Kergoat, Chloé Bonnineau ⁽²⁾, Jérôme Labanowski ⁽³⁾, Leslie Mondamert ⁽³⁾, Bernadette Volat ⁽¹⁾, Lysiane Dherret ⁽¹⁾, Alexandra Gruat ⁽¹⁾,
Loïc Richard ⁽¹⁾, Thomas Chapuis ⁽¹⁾, Cécile Miège ⁽¹⁾, Stéphane Pesce ⁽¹⁾

1. INRAE, UR RiverLy, Villeurbanne

2. INRAE, UR EABX, Cestas

3. IC2MP, UMR CNRS/Université de Poitiers, Poitiers

Project : DiagnoPICT
E-mail contact: vincent.tardy@inrae.fr

Les micro-organismes présentent un fort potentiel pour la surveillance de l'état écologique des milieux aquatiques, encore largement sous-exploité dans les dispositifs actuels de biosurveillance. Leur temps de génération court et leur capacité à répondre rapidement aux changements environnementaux en font des indicateurs particulièrement sensibles des pressions anthropiques. En particulier, l'exposition chronique des communautés microbiennes à des substances toxiques peut conduire à l'acquisition d'une tolérance, généralement associée à une modification de la structure et du fonctionnement des communautés, avec la sélection d'espèces plus adaptées au détriment des espèces sensibles.

Cette propriété constitue le fondement de l'approche PICT (Pollution-Induced Community Tolerance), qui vise à relier les réponses biologiques intégrées des communautés microbiennes à la nature et à l'intensité des pressions chimiques exercées sur les écosystèmes aquatiques. L'approche PICT est aujourd'hui reconnue comme un outil pertinent pour mettre en évidence les effets de la pression toxique dans les milieux aquatiques. Elle repose sur l'étude de communautés microbiennes naturelles, notamment sous forme de biofilms périphytiques ou de communautés sédimentaires, et permet d'établir des liens robustes entre des familles de contaminants et les réponses biologiques observées. D'importants développements méthodologiques ont été réalisés ces dernières années, permettant son application à différents types de substances (herbicides, métaux, produits pharmaceutiques) et dans divers contextes environnementaux.

Toutefois, un verrou majeur limite encore son déploiement opérationnel : l'absence d'un référentiel d'interprétation standardisé permettant une utilisation directe par les gestionnaires de milieux aquatiques. C'est dans ce contexte que s'inscrit le projet DiagnoPICT, financé par l'Office Français de la Biodiversité, dont l'objectif est d'évaluer le potentiel de l'approche PICT comme outil de diagnostic de la pression chimique des cours d'eau. La stratégie mise en œuvre repose sur le couplage, à large échelle spatiale, de mesures de tolérance de communautés microbiennes à différentes familles de substances modèles et de la caractérisation des profils de contamination chimique dans plusieurs compartiments du milieu (eau, sédiments et biofilms).

Environmental and geochemical conditions favoring mercury methylation in river sediments from artisanal gold mining sites along the Mouhoun River (Burkina Faso): overview of the role of amorphous iron oxides

D. Dabre^{1,2}, S. Guédron¹, Y. Maïga², O. Bruneel³, J. Gardon³, O. Ouédraogo², R. Mason⁴

¹Université Grenoble Alpes, CNRS, IRD, ISTERRE, 38000 Grenoble, France

²Université Joseph KI-ZERBO, 03 BP 7021 Ouagadougou 03, Laboratoire de Microbiologie et Biotechnologie Microbienne (LAMBM), Burkina Faso

³HydroSciences Montpellier, University of Montpellier, CNRS, IRD, Montpellier, France

⁴University of Connecticut, 1080 Shennecossett Rd, Groton, CT 06340 USA Dept Chemistry, Dept Marine Sciences, UConn, Storrs, CT

Project : MercaFaso

E-mail contact: djamilatou.dabre@univ-grenoble-alpes.fr

Over the past decades, artisanal and small-scale gold mining (ASGM) has expanded rapidly in West Africa, driven by rising gold prices. In Burkina Faso, the widespread use of mercury (Hg) for gold extraction and its release during amalgam burning have resulted in significant contamination of soils and aquatic environments. Yet the processes governing Hg transfer and transformation in downstream sediments remain poorly understood.

In this study, we investigated Hg concentrations and speciation in soils, surface waters, and river sediments collected from five ASGM districts along the Mouhoun River (Burkina Faso). Mercury levels were particularly elevated in soils located near amalgam burning sites, with total Hg concentrations reaching up to 14 $\mu\text{g g}^{-1}$, largely exceeding local geochemical background values. Thermodesorption and selective extraction analyses revealed the presence of elemental Hg (Hg^0) in mine-impacted soils (<10%), while the majority of Hg occurred as divalent Hg bound to non-crystalline iron oxides ($\approx 60\%$ of total Hg) and organic matter ($\approx 30\%$).

In surface waters, Hg was predominantly associated with suspended particles, highlighting the key role of fine, Hg-enriched particles in the downstream transport of contamination. In river sediments, the proportion of Hg associated with amorphous iron oxides decreased markedly, while methylmercury (MeHg) concentrations increased by a factor of five (up to $0.7 \pm 0.2 \text{ ng g}^{-1}$). This pattern suggests that the reductive dissolution of non-crystalline iron oxides in sediments may favor Hg bioavailability for microbial methylation.

Overall, these results emphasize that fine particles enriched in Hg are the major carrier phases for the Hg transfer to downstream aquatic ecosystems. Once deposited in riverbed sediment, Hg associated to non-crystalline iron oxides might be biomethylated and potentially accumulated into trophic chains, exposing local population whose diet rely on fishing.

Atmospheric ammonium dominates nitrogen inputs to alpine lakes in the French Alps

Maria Page¹, Marine Souchier¹, Florent Arthaud¹, Emilie Lyautey¹, Nicolas Caillon², Joel Savarino², Adrien Guerou¹, Jean-Christophe Clément¹ and Ilann Bourgeois¹

¹Université Savoie Mont Blanc, INRAE, CARTELE, Thonon-Les-Bains, France

²Univ. Grenoble Alpes, CNRS, IRD, INRAE, Grenoble INP, IGE, Grenoble, France

Project: ISOLAKE

E-mail contact: maria.page@univ-smb.fr

Alpine lakes are highly sensitive to shifts in nitrogen (N) inputs under accelerating global change¹. Atmospheric nitrate deposition in mountain regions has declined², reflecting a shift in anthropogenic N emissions from nitrous oxides (NO_x) towards ammonia gaining prominence³. Consequently, atmospheric ammonium deposition has been increasing in alpine lakes⁴. We investigated N sources in 26 mountain lakes in the French Alps in September 2023, using stable isotopes of nitrate ($\delta^{15}\text{N}$, $\delta^{18}\text{O}$, $\Delta^{17}\text{O}$). We find that atmospheric nitrate deposition accounts for ~0–30 % of lake DIN pool and is inversely correlated with watershed vegetation coverage. The remaining lake water DIN pool primarily stems from N cycling in the watershed. However, using the Bayesian mixing model MixSIAR⁵ we identified atmospheric ammonium as the main substrate for in situ nitrification in the studied sites. When added together, we find that atmospheric nitrate and ammonium contribute more than half of the DIN pool for 25 of the 26 studied lakes. This integrated framework provides a mechanistic basis for quantifying human influence on N delivery to alpine lakes and aligns with growing evidence of the increasing importance of atmospheric ammonium in high-elevation ecosystems.

¹ Oleksy et al., (2021), *Freshwater Science*, DOI: 10.1086/713068

² Rogora et al., (2012), *Science of the Total Environment*, DOI: 10.1016/j.scitotenv.2011.12.067

³ Aas et al., (2024), *Aerosol and Air Quality Research*, DOI: 10.4209/aaqr.230237

⁴ Hundey et al. (2016), *Nature Communications*, DOI: 10.1038/ncomms10571

⁵ Stock et al., (2023), "Package 'MixSIAR'." *Bayesian Mixing Models in R, Version 3.10*

L'étude des altérations comportementales en écotoxicologie

Sofia Soloperto¹, Salima Aroua², Christophe Minier², Christelle Jozet Alves³, Muriel Raveton¹, Stephane Reynaud¹

¹ LECA, Université Grenoble Alpes

² SEBIO, Université du Havre

³ CREC et Ethos, Université de Caen

Project : MaCDonald

E-mail contact: sofia.soloperto@univ-grenoble-alpes.fr

L'étude des altérations comportementales est un enjeu central en écotoxicologie, notamment dans le contexte des perturbateurs endocriniens (PE), car le comportement constitue un indicateur intégratif puissant des effets neuroendocriniens cumulés sur les performances de l'organisme. Les PE sont connus pour interférer avec des voies hormonales essentielles au développement, à la reproduction et au métabolisme, et ces perturbations peuvent se manifester au niveau comportemental bien plus tôt que les altérations moléculaires ou cellulaires. L'intégration des *cibles* comportementales dans les études d'écotoxicologie est donc indispensable, d'autant plus qu'elles sont fortement prises en compte par les instances réglementaires européennes dans les décisions relatives à l'interdiction de substances chimiques.

Un large éventail de comportements peut être affecté par l'exposition aux PE, notamment la locomotion, l'alimentation, les interactions proies-prédateurs, la socialisation ou encore la reproduction. Ces modifications comportementales peuvent entraîner diverses conséquences à l'échelle des populations, telles qu'une diminution du succès reproducteur, des dynamiques sociales altérées ou une prédation accrue.

Au cours de cette présentation, je détaillerai les travaux réalisés pendant ma thèse, visant à évaluer les effets d'un PE estrogéniques chez les larves et juvéniles de bar européen (*Dicentrarchus labrax*). Un aperçu des études à venir sur les altérations comportementales des xénopes (*Xenopus tropicalis*) exposé à des PE obésogènes sera également présenté.

Pollution des Lacs de montagne et Observation des Usages récréatifs et pastoraux

Marine Souchier¹, Cécile Miège², Aymeric Dabrin², Juliette Frigot³, Clotilde Sagot³,
Alice Nikolli⁴, David Gateuille⁴, Emmanuel Naffrechoux⁴, Raphaëlle Napoleoni⁵,
Carole Birck⁵, Ilann Bourgeois¹

¹Université de Savoie Mont Blanc, UFR Sciences et Montagne, CARTEL INRAE UMR 42 - 73376
Le Bourget-du-Lac cedex

²INRAE - Unité RiverLy 5 rue de la Doua - 69625

³Parc national des Écrins, Domaine de Charance - 05000 Gap

⁴Université de Savoie Mont Blanc, Laboratoire EDYTEM – UMR5204 Bâtiment « Pôle Montagne » 5,
bd de la mer Caspienne - 73376 Le Bourget du Lac
Villeurbanne

⁵Asters-CEN74, 60 Avenue de Novel - 74000 Annecy

Project : PLOUF

E-mail contact: marine.souchier@univ-savoie.fr

Les lacs de montagne sont des écosystèmes fragiles, souvent considérés comme des parcelles de nature préservée des impacts anthropiques. Cependant, un nombre croissant d'études montrent qu'ils subissent des pressions humaines, à la fois globales (changement climatique, pollutions...) et locales (évolution des pratiques et des usages associés aux lacs). Autour des lacs d'altitude, se cumulent ainsi augmentation quantitative de la fréquentation, développement de pratiques jusque-là relativement confidentielles (bivouac, baignade) et diversification des profils des visiteurs. Pourtant, si ces évolutions sont unanimement constatées par les gestionnaires, elles restent encore peu évaluées sur un plan scientifique, concernant l'évolution des usages récréatifs aussi bien que le suivi de leurs impacts.

Le projet PLOUF (Pollution des lacs de montagne et observation des usages récréatifs), s'inscrit dans ce contexte en cherchant à mieux caractériser les pressions respectives des usages récréatifs et pastoraux autour et dans les lacs de montagne et à évaluer l'impact de ces usages sur les écosystèmes.

Pour répondre à ces objectifs, durant l'été 2025, de nombreuses enquêtes auprès du public et un échantillonnage intensif d'eau et de sédiments ont été réalisés sur 10 lacs de montagne, répartis entre les réserves naturelles nationales de Haute-Savoie et le parc national des Écrins. Questionnaires variés et analyses de polluants dont, entre autres, les résidus de crème solaire, les produits pharmaceutiques ou encore les microplastiques, ont été réalisés. Bien que la plupart des échantillons soient encore en cours d'analyse, les premiers résultats révèlent une forte variabilité spatiale et temporelle de certains polluants.