

Ouverture des candidatures au sujet de thèse

Effets du mercure sur les réponses omiques chez *Dreissena polymorpha* dans un contexte d'exposome (MEROME)

Contexte de la recherche

Les milieux aquatiques représentent l'exutoire final d'un grand nombre de contaminants émis par les activités anthropiques alors que leur importance écologique impose de les préserver ou les restaurer, et par conséquent de disposer d'outils performants et précoces pour en évaluer la qualité chimique et écologique. La pollution des milieux aquatiques par les métaux, en particulier le mercure, demeure une problématique environnementale majeure. Bien que des efforts aient été déployés pour réduire les émissions anthropiques de mercure, sa présence persistante dans les écosystèmes aquatiques entraîne des effets toxiques à long terme sur la faune. Le mercure bioaccumulé, en particulier sous sa forme méthylée (MeHg), peut induire des effets délétères allant des altérations moléculaires aux impacts physiologiques et reprotoxiques.

Le bivalve *Dreissena polymorpha* (moule zébrée), est intéressante en écotoxicologie en raison de leur capacité à filtrer de grandes quantités d'eau et à bioaccumuler les contaminants présents dans leur environnement, ce qui permet de suivre avec précision les dynamiques de bioaccumulation et leurs effets biologiques. Sa répartition étendue et son abondance facilitent la mise en place d'études comparatives dans des environnements variés. Un autre intérêt majeur de *D. polymorpha* est la large diversité de réponses mesurées allant du moléculaire précoce aux altérations physiologiques et comportementales, permettant d'évaluer l'impact des polluants à différentes échelles d'organisation du vivant, donnant une vision holistique des voies de toxicité. Grâce aux approches omiques, il devient possible d'explorer ces réponses avec un niveau de détail inédit, offrant ainsi une compréhension plus fine des interactions entre les contaminants et les réponses biologiques et une opportunité unique d'identifier des biomarqueurs précoces de contamination. Toutefois, malgré les avancées en écotoxicologie moléculaire, le lien entre les réponses omiques précoces et les effets physiologiques à plus long terme reste peu exploré, notamment dans des conditions environnementales réalistes. En intégrant ces nouvelles approches dans des campagnes de biosurveillance, cette thèse contribuera au développement d'indicateurs plus sensibles et spécifiques, adaptés aux défis actuels de la gestion des ressources en eau. Dans cette thèse, *D. polymorpha* sera utilisée comme modèle biologique pour explorer les effets du mercure à différentes échelles d'organisation (moléculaire, cellulaire, physiologique), en combinant des approches expérimentales en laboratoire et des engagements *in situ* dans la Seine. Cette thèse permettra d'améliorer la caractérisation des voies de toxicités moléculaires en contexte d'exposome et d'explorer de nouvelles stratégies dans le contexte de la biosurveillance.

Bibliographie

Azimi S, Rocher V (2016) Influence of the water quality improvement on fish population in the Seine River (Paris, France) over the 1990–2013 period, *Sci Tot Environ*, 542:955. DOI : 10.1016/j.scitotenv.2015.10.094.

Baratange C, Baali H, Gaillet V, Bonnard I, Delahaut L, Gaillard JC, Grandjean D, Sayen S, Gallorini A, Le Bris N, Renault D, Breider F, Loizeau JL, Armengaud J, Cosio C (2023) Bioaccumulation and molecular effects of carbamazepine and methylmercury co-exposure in males of *Dreissena polymorpha*, *Sci Tot Environ*, 897:165379, DOI: 10.1016/j.scitotenv.2023.165379.

Baratange C, Paris-Palacios S, Bonnard I, Delahaut L, Grandjean D, Wortham L, Sayen S, Gallorini A, Michel J, Renault D, Breider F, Loizeau J-L, Cosio C (2022) Metabolic, cellular and defence responses to single and co-exposure to carbamazepine and methylmercury in *Dreissena polymorpha*, *Environ Pollut* 300:118933, DOI: 10.1016/j.envpol.2022.118933

Beauvais-Flück R, Slaveykova VI, Ulf S, Cosio C (2019) Towards early-warning gene signature of

Chlamydomonas reinhardtii exposed to Hg-containing complex media. *Aq Toxicol* 214:105259, DOI: 10.1016/j.aquatox.2019.105259

Regier N, Baerlocher L, Münsterkötter M, Farinelli L, Cosio C (2013) Analysis of the *Elodea nuttallii* transcriptome in response to mercury and cadmium pollution: development of sensitive tools for rapid ecotoxicological testing. *Environ Sci Technol.* 47:8825, DOI: 10.1021/es401082h.

Seguin C, Marant A, Palacios-Paris S, Bonnard I, Loizeau J-L, David E, Rioult D, Cosio C (2025) Unveiling the hidden threat: molecular, cellular and behavioral effects of dietborne inorganic mercury and methylmercury in *Dreissena polymorpha*. *Chemosphere*, in press.

Encadrement :

- **Directrice de thèse :** Pr Claudia Cosio (URCA, UMR-I 02 SEBIO)
- **Co-encadrant :** Dr Lars-Eric Heimbürger-Boavida (CNRS, MIO-PYTHEAS)

Objectifs scientifiques :

- Étudier la bioaccumulation du mercure en milieu contrôlé et naturel
- Déchiffrer les mécanismes moléculaires de réponse via des approches omiques à haut débit
- Évaluer l'impact du mercure sur la physiologie de *D. polymorpha*
- Identifier des biomarqueurs précoces pour améliorer les outils de biosurveillance aquatique

Profil recherché :

- Diplôme de Master en écotoxicologie, biologie, biochimie ou domaine connexe
- Intérêt pour les approches omiques, interdisciplinaires et les expérimentations en milieu naturel

Conditions et financement :

- Allocation doctorale financée à 50 % par l'École Doctorale ABIES et 50 % par le SIAAP
- Financement des expériences par projet ANR MercurFood et Chaire BASE
- Lieu : Université de Reims Champagne-Ardenne avec collaborations nationales
- Début : Janvier 2026

Candidature :

Les candidatures comportant CV, lettre de motivation, relevés de notes du master et lettres de recommandation dans un seul fichier pdf sont à envoyer à claudia.cosio@univ-reims.fr avant le 31/03/2025.

Pour plus d'informations, contactez Pr Claudia Cosio.

Opening of PhD applications

Effects of Mercury on Omics Responses in *Dreissena polymorpha* in an Exposome Context (MEROME)

Research Context

Aquatic environments are the ultimate sink for numerous contaminants released by human activities, despite their crucial ecological importance, which necessitates their preservation and restoration. This, in turn, requires the development of effective and early tools to assess their chemical and biological quality. The pollution of aquatic ecosystems by metals, particularly mercury, remains a major environmental concern. Although efforts have been made to reduce anthropogenic mercury emissions, its persistent presence in aquatic ecosystems leads to long-term toxic effects on wildlife. Bioaccumulated mercury, especially in its methylated form (MeHg), can cause deleterious effects ranging from molecular alterations to physiological and reproductive toxicity.

The bivalve *Dreissena polymorpha* (zebra mussel) is a valuable species in ecotoxicology due to its ability to filter large volumes of water and bioaccumulate contaminants from its environment. This makes it a relevant model for monitoring bioaccumulation dynamics and their biological effects. Its widespread distribution and high abundance also facilitate comparative studies in various environments. Another major advantage of *D. polymorpha* is the broad range of measurable responses, from early molecular changes to physiological and behavioral alterations. This allows for an assessment of pollutant impacts at different levels of biological organization, providing a holistic understanding of toxicity pathways. Omics approaches now enable an unprecedented level of detail in exploring these responses, offering a deeper understanding of the interactions between contaminants and biological responses. This also presents a unique opportunity to identify early biomarkers of contamination. However, despite advancements in molecular ecotoxicology, the link between early omics responses and long-term physiological effects remains poorly understood, particularly under realistic environmental conditions. By integrating these innovative approaches into biomonitoring programs, this PhD project will contribute to the development of more sensitive and specific indicators tailored to current water resource management challenges.

In this project, *D. polymorpha* will be used as a biological model to investigate mercury's effects at different levels of biological organization (molecular, cellular, physiological), combining laboratory experiments with *in situ* caging studies in the Seine River. This research will improve the characterization of molecular toxicity pathways within an exposome framework and explore new strategies for biomonitoring.

References

Azimi S, Rocher V (2016) Influence of the water quality improvement on fish population in the Seine River (Paris, France) over the 1990–2013 period, *Sci Tot Environ*, 542:955. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2015.10.094.

Baratange C, Baali H, Gaillet V, Bonnard I, Delahaut L, Gaillard JC, Grandjean D, Sayen S, Gallorini A, Le Bris N, Renault D, Breider F, Loizeau JL, Armengaud J, Cosio C (2023) Bioaccumulation and molecular effects of carbamazepine and methylmercury co-exposure in males of *Dreissena polymorpha*, *Sci Tot Environ*, 897:165379, DOI: 10.1016/j.scitotenv.2023.165379.

Baratange C, Paris-Palacios S, Bonnard I, Delahaut L, Grandjean D, Wortham L, Sayen S, Gallorini A, Michel J, Renault D, Breider F, Loizeau J-L, Cosio C (2022) Metabolic, cellular and defence responses to single and co-exposure to carbamazepine and methylmercury in *Dreissena polymorpha*, *Environ Pollut* 300:118933, DOI: 10.1016/j.envpol.2022.118933

Beauvais-Flück R, Slaveykova VI, Ulf S, Cosio C (2019) Towards early-warning gene signature of *Chlamydomonas reinhardtii* exposed to Hg-containing complex media. *Aq Toxicol* 214:105259, DOI: 10.1016/j.aquatox.2019.105259

Regier N, Baerlocher L, Münsterkötter M, Farinelli L, Cosio C (2013) Analysis of the *Elodea nuttallii* transcriptome in response to mercury and cadmium pollution: development of sensitive tools for rapid ecotoxicological testing. *Environ Sci Technol.* 47:8825, DOI: 10.1021/es401082h.

Seguin C, Marant A, Palacios-Paris S, Bonnard I, Loizeau J-L, David E, Rioult D, Cosio C (2025) Unveiling the hidden threat: molecular, cellular and behavioral effects of dietborne inorganic mercury and methylmercury in *Dreissena polymorpha*. *Chemosphere*, in press.

Supervision

- **PhD Supervisor:** Prof. Claudia Cosio (URCA, UMR-I 02 SEBIO)
- **Co-supervisor:** Dr Lars-Eric Heimbürger-Boavida (CNRS, MIO-PYTHEAS)

Scientific Objectives

- Investigate mercury bioaccumulation in both controlled and natural environments
- Decipher molecular response mechanisms using high-throughput omics approaches
- Assess the impact of mercury on the physiology of *D. polymorpha*
- Identify early biomarkers to improve aquatic biomonitoring tools

Desired Profile

- Master's degree in ecotoxicology, biology, biochemistry, or a related field
- Interest in omics approaches, interdisciplinary research, and field experiments

Conditions and Funding

- PhD scholarship funded 50% by the ABIES Doctoral School and 50% by SIAAP
- Experimental work funded by the ANR MercurFood project and BASE Chair
- Location: University of Reims Champagne-Ardenne with national collaborations
- Start date: January 2026

Application

Applications must be submitted as a single PDF file, including a CV, a cover letter, master's grades, and letters of recommendation. They should be sent to claudia.cosio@univ-reims.fr before 31/03/2025.

For more information, contact Prof. Claudia Cosio.