

	Ayanleh Mahamoud Ahmed (2016 - 2019)
	Impact de la contamination des sédiments sur la diversité, le potentiel fonctionnel et la capacité de tolérance des communautés microbiennes benthiques.
	Encadrants : Emilie Lyautey (USMB, UMR CARRETEL) et Stéphane Pesce (Irstea, UR RiverLy)
Ecole Doctorale: SISEO, Université Savoie Mont Blanc, Communauté Université Grenoble Alpes	

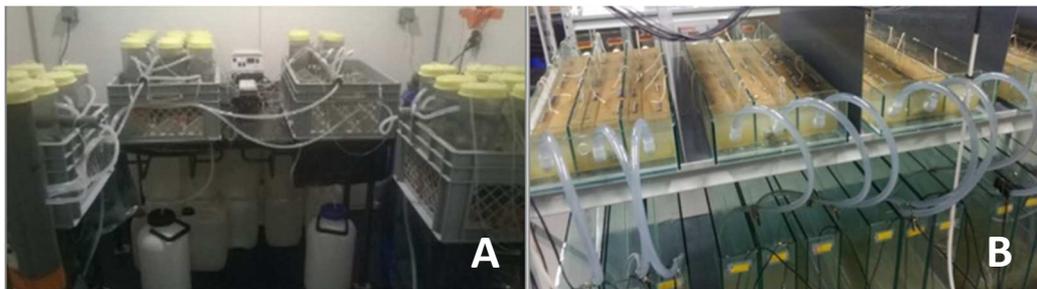
Le travail de thèse vise à renforcer la dimension des études écotoxicologiques dans le compartiment sédimentaire en appréhendant les impacts de contaminants modèles à l'échelle des communautés microbiennes benthiques. Les résultats démontrent que des concentrations environnementales de certains métaux, tels que le cuivre, peuvent fortement impacter la biodiversité microbienne et plusieurs fonctions écologiques assurées par les microorganismes. Par ailleurs, ils mettent en évidence la capacité d'adaptation microbienne qui se traduit par une augmentation de la tolérance à l'échelle des communautés benthiques, ce qui ouvre des perspectives d'application de l'approche PICT comme outil de bio-indication des impacts écotoxicologiques dans le compartiment sédimentaire.

Bien que de nombreux contaminants s'accumulent dans le compartiment sédimentaire des écosystèmes aquatiques, les connaissances sur la réponse des communautés naturelles du sédiment à cette contamination sont rares. Ce constat est vrai pour les communautés microbiennes benthiques qui jouent un rôle écologique majeur dans ce compartiment.

Ce projet de thèse consiste à évaluer les impacts des polychlorobiphényles (PCBs) et d'éléments traces métalliques (ETMs) sur des communautés microbiennes benthiques naturelles en utilisant des approches expérimentales en microcosmes de type colonnes (sédiments superficiels lacustres) et canaux artificiels (sédiment superficiels de rivière), respectivement (voir illustrations). En prenant comme contaminants modèles l'arochlor 1254 pour les PCBs (expérience en colonne) ainsi que le cuivre (Cu) et l'arsenic (As) pour les ETMs (expérience en canaux), il vise ainsi à **i**) caractériser les réponses fonctionnelles et structurelles des communautés microbiennes benthiques exposées à des concentrations environnementales réalistes, et à **ii**) appréhender leur capacité d'adaptation à cette exposition chronique.

Les résultats obtenus mettent en évidence que les PCBs et l'As n'ont aucun effet sur l'ensemble des descripteurs d'effets des communautés microbiennes de sédiment étudié. Cependant en présence du Cu (seul, ou en mélange avec l'As), nous avons des effets immédiats et significatifs sur la plupart des fonctions mesurées, incluant notamment différentes activités enzymatiques respectivement impliquées dans la dégradation de matières organiques carbonées, azotées et phosphatées ou encore des activités métaboliques, telles que la respiration et la dénitrification. L'étude de la diversité des communautés microbiennes (bactéries et archées) indique également des effets rapides et significatifs du Cu qui engendre une restructuration de la communauté. Celle-ci se traduit notamment par la diminution de la richesse spécifique et par une baisse d'équitabilité entre les taxons. Une analyse statistique a permis d'identifier les principaux taxons responsables des remaniements observés regroupant des espèces qui sont négativement affectées (potentiellement sensibles) et des espèces qui sont au contraire favorisées (directement et/ou indirectement) par la présence du Cu. Pour appréhender les conséquences de ces remaniements sur la capacité de tolérance au Cu de la communauté dans son ensemble, nous avons mis en œuvre une approche PICT (*Pollution Induced Community Tolerance*) réalisée à l'aide de tests de toxicité aigüe sur les activités enzymatiques. L'augmentation des CE₅₀ obtenues avec les communautés exposées au Cu confirme l'acquisition d'une tolérance à l'échelle de la communauté suite au développement d'espèces tolérantes. Par ailleurs, l'absence d'augmentation de l'abondance du gène *cusA* (impliqué dans la résistance au Cu) au sein des communautés exposées suggère que l'acquisition de tolérance n'est pas liée à une augmentation du potentiel génétique associé à ce processus. Ce dernier point sera vérifié en quantifiant pour les communautés exposées l'abondance d'un second gène de résistance au Cu (*copA*) et des gènes codant des pompes à efflux des ETM (famille HME-RND).

En résumé, les résultats de cette étude montrent que des concentrations environnementales de Cu (et probablement d'autres ETMs) peuvent impacter le potentiel fonctionnel et la diversité des communautés microbiennes benthiques et induire l'acquisition et le développement de capacités de tolérance à ce métal du fait d'une sélection de taxons tolérants au détriment des plus sensibles. Par conséquent et en raison de la forte implication des communautés microbiennes benthiques dans les cycles biogéochimiques, ces modifications fonctionnelles et structurelles pourraient avoir des répercussions importantes sur le fonctionnement global des écosystèmes aquatiques. Par ailleurs l'acquisition de tolérance observée chez les communautés exposées ouvre également des perspectives pour l'application du PICT dans le compartiment sédimentaire comme un outil de bio-surveillance pour l'évaluation des impacts écotoxicologiques dans les milieux naturels contaminés



Photographies des dispositifs expérimentaux utilisés avec des sédiments lacustres (A) et de rivière (B)

Publication :

MAHAMOUD AHMED A., LYAUTEY E., BONNINEAU C., DABRIN A., PESCE S. (2018). Environmental concentrations of copper, alone or in mixture with arsenic, can impact river sediment microbial community structure and functions. *Front. Microbiol.* 9:1852. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.01852>

Communications en congrès internationaux :

MAHAMOUD AHMED A., LYAUTEY E., DABRIN A., BONNINEAU C., GAHOU J., MOTTE B., ROSY C., VOLAT B., PESCE S. (2017). Structural and functional response of river sediment microbial communities to environmental concentrations of copper and arsenic, alone or in mixture. 1st International Conference on Microbial Ecology - EcotoxicoMic, Lyon, France, 21-24 novembre 2017 (*Poster*).

MAHAMOUD AHMED A., PESCE S., NAFFRECHOUX E., COTTIN N., BONNINEAU C., VOLAT B., LYAUTEY E. (2017). Natural lake sediment microbial community response to exposure to environmental PCB concentrations in microcosms. 1st International Conference on Microbial Ecotoxicology, Lyon, 21-24 novembre 2017 (*Poster*).

MAHAMOUD AHMED A. PESCE S., DABRIN A., GAHOU J., MOTTE B., ROSY C., VOLAT B., LYAUTEY E. (2017). Combined effects of environmental concentrations of copper and arsenic on natural river sediment microbial communities. 14th International AquaConSoil Conference, Lyon, France, 26 - 30 Juin 2017 (*Communication orale*).

MAHAMOUD AHMED A., LYAUTEY E., DABRIN A., MOTTE B., ROSY C., VOLAT B., PESCE S. (2017). Structural and functional response of natural river sediment microbial communities to environmental concentrations of copper and arsenic, alone or in mixture. SETAC Europe 27th Annual Meeting, Bruxelles, Belgique, 7 - 11 Mai 2017 (*Poster corner*).