

Titre du projet :

CON-TITI (CONtaminants TITicaca) : Transport, réactivité et biodisponibilité de composés organiques, métaux et métalloïdes dans le bassin versant du Rio Katari vers le lac Titicaca (Bolivie). 2012-2014

Volet : Recherche (appel d'offre LabEx OSUG@2020 –AO2)

Porteur du projet : Céline Duwig (LTHE)

Participants : Denisse Archundia (doctorante LTHE), Frédéric Lehembre (post-doctorant LTHE), Stéphane Guédron (ISterre), Marie-Christine Morel, Jean Martins et Lorenzo Spadini (LTHE)

Laboratoires du LabEx OSUG impliqués : LTHE, ISTERRE

Bilan des activités :

Contexte :

Le programme est localisé dans le sous-bassin versant du Rio Karati qui comprend le versant entre la ville d'El Alto (1.2 M d'habitants) et la baie de Cohana, l'une des baies les plus polluées du lac Titicaca (Fonturbel, 2005). Le long de ce continuum, de nombreux polluants issus des activités minières (métaux), agricoles (pesticides), urbaines et industrielles (HAP, produits pharmaceutiques) se cumulent et interagissent pour à terme se déverser dans le lac Titicaca ou les aquifères.

Premiers résultats :

Les résultats ont montré la présence de concentrations élevées de Sulfaméthoxazole (SMX) et Triméthoprime (TMP), antibiotiques utilisés très largement pour le traitement de maladies chez les humains et les animaux, le plus souvent en association. Un autre antibiotique analysé en concentration plus faible est le Sulfathiazol qui appartient à la famille des sulfonamides comme le sulfaméthoxazole. Les concentrations de SMX en aval des principales villes du bassin versant du Katari (El Alto et Viacha comptent environ 1.5 million d'habitants) sont beaucoup plus élevées (8832 et 14624 ng L⁻¹ respectivement) que les concentrations mesurées dans la Seine à Paris (Paris 3.6 à 18 ng L⁻¹) (Tuc Dinh et al., 2011) et que celles dans le Mekong au Vietnam (Shimizu et al., 2013) où la concentration moyenne de SMX dans les eaux usées est de 1720 ng L⁻¹. A ce jour, aucune étude toxicologique n'a pu montrer d'effets sur la santé humaine de tels niveaux de concentration. En revanche, il est connu que l'impact principal de ce type de contamination est la modification de la diversité des populations bactériennes indigènes des sols et des eaux et le possible développement de résistances bactériennes, largement reconnu comme un des principaux problèmes de santé publique du 21^{ème} siècle.

Les gènes de résistances aux antibiotiques recherchés sont les gènes codant pour la résistance au SMX : sul1, sul2, et sul3. Ces gènes de résistance au SMX ont été détectés dans presque toutes les eaux superficielles échantillonnées dans le bassin, même dans des sites où le SMX n'a pas été détecté.

Par ailleurs, Les eaux de surface sont également particulièrement contaminées en phosphate (50 fois la concentration maximale autorisée pour les eaux de surface en Europe). En

traversant la zone urbaine, les concentrations dissoutes en Cd, Ni, As et Zn excèdent les limites pour les eaux potables (norme européenne).

Production scientifique

Archundia, D., Duwig, C., Lehembre, F., Spadini, L., Uzu, G., Guedron, S., Morel, M.C., Chincheros Paniagua, J., Cortez, R., Martins, J.M.F.: First evaluation of the presence of antibiotics and its impact on antibiotic resistance in a lake Titicaca subcatchment (Altiplano, Bolivia) by trace metals, nutrients and antibiotics and their impact on bacterial resistance. En preparation pour Environment International.

Archundia, D., Duwig, C., Lehembre, F., Spadini, L., Morel, M.C., Chincheros Paniagua, J., Martins, J.M.F., 2014. Etude de la contamination aux antibiotiques dans le Bassin du Katari et évaluation des impacts dans le contexte de l'Altiplano Bolivien. Journées d'Etudes des Sols, Chambéry, 1-4 juillet, 2014.

Duwig, C., Archundia, D., Lehembre, F., Spadini, L., Morel, M.C., Uzu G., Chincheros, J., Cortez, R., Martins, J.M.F., 2014. Impacts of anthropogenic activities on the contamination of a sub watershed of Lake Titicaca: Are Antibiotics a concern in the Bolivian Altiplano?. Procedia Earth and Planetary Science, 10:370-375.

Bilan financier:

Utilisation du budget :

Le budget acquis par le LABEX a permis d'améliorer le système HPLC acquis préalablement par le LTHE en acquérant une nouvelle aiguille, en participant au financement d'un passeur automatique d'échantillons, et en achetant un système SPE de pré-concentration d'échantillons pour l'analyse d'échantillons liquides peu concentrés et des tubes téflons pour la digestion d'échantillons solides. Les missions sur le terrain ont permis de financer des tournées sur le bassin versant du Katari pour effectuer un screening des principaux antibiotiques et des autres contaminants (éléments traces métalliques, nutriments). Le projet a été également financé par des crédits incitatifs au Sud du LTHE. Ces crédits ont permis de financer deux missions en Bolivie, notamment pour Denisse Archundia, qui effectue sa thèse de doctorat sur le sujet : « Etude de la contamination du bassin du Karati aux antibiotiques. Evaluation du devenir et du risque de pollution dans le contexte de l'altiplano bolivien » ainsi que des analyses de sols et eaux en éléments traces métalliques.

Bilan financier :

Somme obtenue par Labex : 5500 €(5000 équipements, 500 mission)

Co-financement : Financement incitatif Sud LTHE : 7000€ (fonctionnement, missions et analyses)

LABEX :

Equipements achetés : upgrade du système HPLC + équipements pour analyses microbiologiques : 4640€

Fonctionnement : consommables HPLC : 360€

Missions La Paz-Bassin du Katari : 500€

LTHE :

2 Missions France Bolivie : 3910 €

Analyses dissous et particulaire (antibiotiques, métaux, Carbone Organique): 2870 €

Fonctionnement (consommables laboratoire) : 220 €

Illustrations :



Figure 1: Echantillonnage dans la baie de Cohana, dans le lac Titicaca (C. Duwig)



Figure 2 : Echantillonnage dans le Rio Katari (C. Duwig)

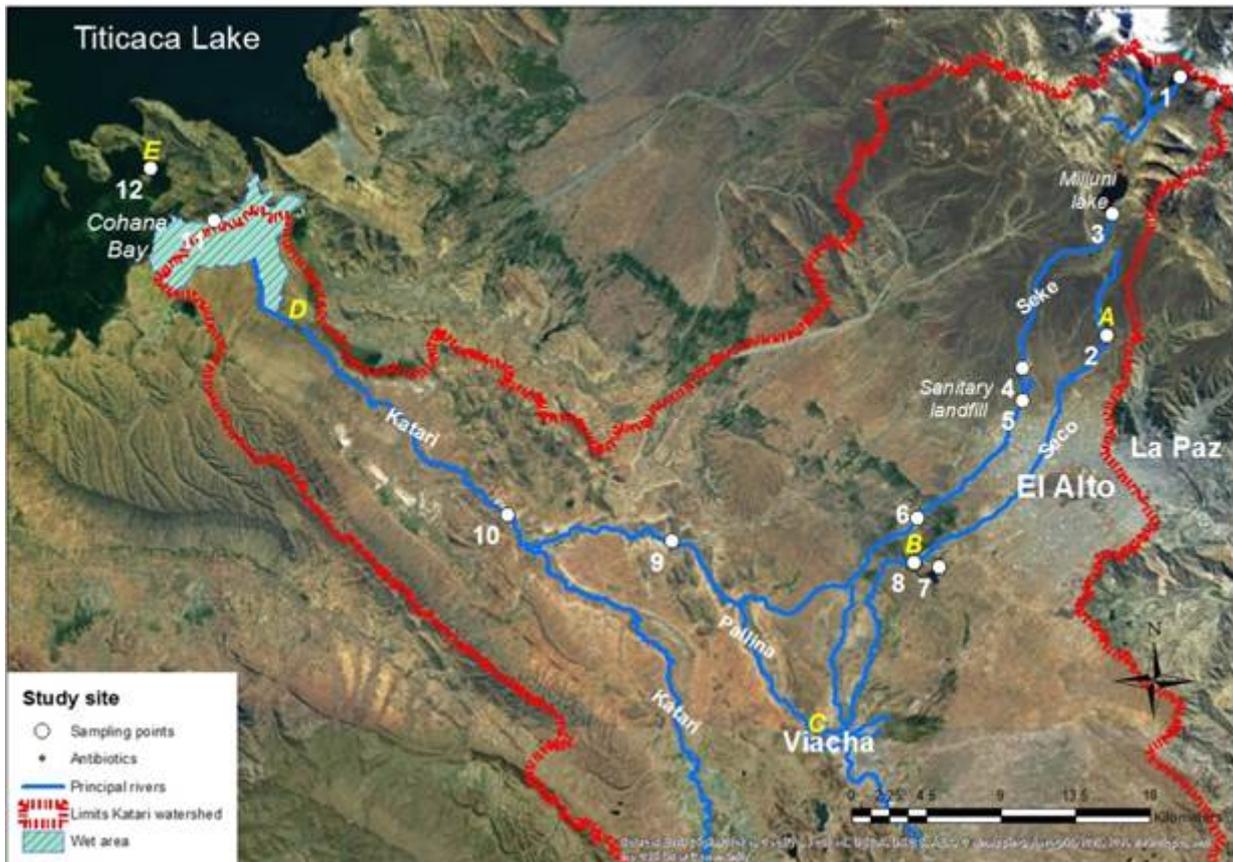


Figure 3 : Limites du bassin du Katari, localisations des principales rivières et des sites d'échantillonnage (D. Archundia)

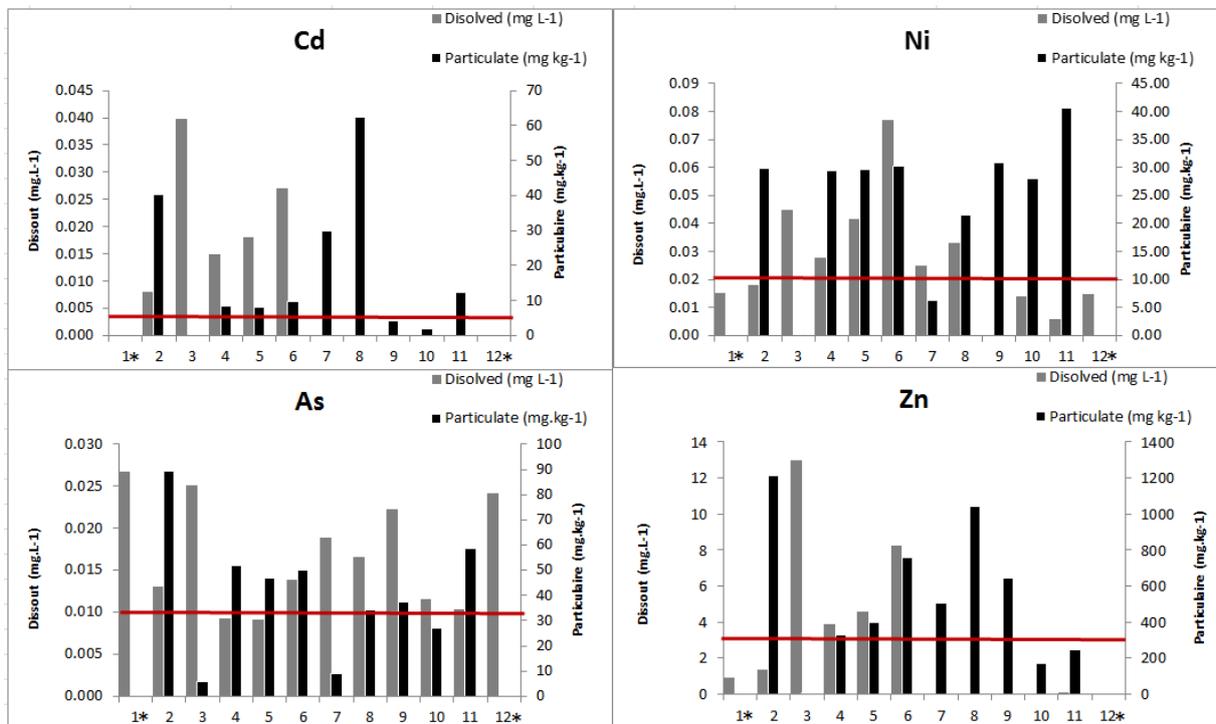


Figure 4: Evolution des concentrations en Cd, As, Ni and Zn in dissous, dans la phase particulaire et dans les sediments du lit pendant la saison humide. (D. Archundia)

* concentration in particulate phase could not be analyzed because the particulate matter was not enough. Line: WHO water limits for drinking water. Point 7 (entrance of WWTP) ; point 8 (exit of WWTP).