

## **Titre du projet : Formation en géochimie organique à la UMSA et transfert des résultats de thèse au Ministère de l'Environnement Bolivien**

*Volet : International AO5*

*Porteur du projet : Denisse Archundia*

*Laboratoires impliqués : LTHE (Grenoble), UMSA (La Paz – Bolivie)*

## **Bilan du projet pour l'année/la période**

### **Bilan d'activité**

L'Altiplano Nord bolivien, déjà soumis naturellement à des conditions climatiques et pédologiques contraignantes est particulièrement impacté par les activités humaines. Dans le bassin du Katari, qui comprend El Alto la plus grande ville de l'Altiplano, et dont l'exutoire est la baie la plus polluée du Lac Titicaca, l'eau est utilisée sans aucune planification et sa qualité est déjà grandement détériorée. A ce jour, peu d'études ont caractérisé les résidus pharmaceutiques et leur devenir dans les conditions extrêmes de l'Altiplano. Les institutions de recherches françaises et boliviennes se sont beaucoup penchées sur l'étude des éléments traces métalliques mais très peu sur les contaminants émergents, car présents dans l'environnement en faible dose, et dont les effets sont peu connus. Dans le cadre de ce projet développé par le LTHE en collaboration avec l'Institut de chimie de la UMSA et le Ministère de l'Environnement de l'Eau Bolivien (MMAYA), ma thèse doctorale (soutenue en Avril 2016) portait sur la détermination des niveaux de concentration et de résistances bactériennes sur le bassin du Katari, et sur l'évaluation des différents processus impactant le devenir du SMX dans les eaux et les sols du bassin du Katari, notamment les processus de sorption, de mobilité, de photo- et bio-dégradation. Le screening de produits pharmaceutiques que nous avons effectué en 2012 et 2013 dans le réseau hydrographique du bassin du Katari (Duwig et al., 2014 ; Chiron et Duwig, 2016 ; Archundia et al., 2017a) a montré la présence de fortes concentrations en antibiotiques de la famille des sulfonamides (sulfaméthoxazole, SMX) (Figure 1) et du triméthoprime dans un contexte de multi-contamination (Archundia et al., 2017b).

La Bolivie ne dispose pas de laboratoires étant capable d'analyser des produits pharmaceutiques et notamment les antibiotiques, et les pouvoirs publics ne sont pas alertés sur les risques posés par la présence d'antibiotiques dans l'environnement, notamment liés à la dissémination de résistances bactériennes (Archundia et al., 2015 a et b).

Le financement demandé au LABEX International AO5 nous donc servi à deux actions :

1. De former nos partenaires boliviens de l'Universidad Mayor de San Andrés (UMSA) à la Paz, notamment les chercheurs, ingénieurs et étudiants de l'Institut de Chimie (IIQ), avec qui nous étudions le devenir des contaminants dans les différents compartiments de la zone critique du bassin du Katari, sur l'Altiplano Nord. Cette formation a porté sur les points suivants :
  - Echantillonnage, pré-conditionnement, filtration
  - Pré-concentration sur cartouches « Solid Phase Extraction »
  - Mise en place de la ligne analytique au laboratoire (HPLC détecteur fluorescence)
  - Protocole d'analyse pour séparation des pics des composés antibiotiques d'intérêt

- Contrôle des analyses par des tests de standards.
- 2. Restitution des résultats de ma thèse par l'organisation d'un séminaire auprès de la UMSA, du Ministère de l'Environnement et de la Santé et de laboratoires pharmaceutiques. Un mini-colloque (programme en annexe) a été organisé sur le thème : « Contamination de l'environnement par les composés organiques (pesticides y pharmaceutiques) y métalliques: devenir et impact sur le développement de résistances bactériennes »

### Illustrations – banc de pré-concentration des antibiotiques. (Crédit : C. Duwig)



### Production scientifique (articles scientifiques, actes de congrès...)

- Archundia D., Lehembre F., Duwig C., Morel M.C., Spadini L., Martins J.M.F., 2015a. Antibiotic pollution in the Bolivian Altiplano and the relation with microbial resistance levels and impacts in soil. 6th Symposium on Antimicrobial Resistance in Animals and the Environment (ARAE), Tours, 29 June -1 July, 2015.

- Archundia D., Duwig C., Lehembre F., Morel M.C., Spadini L., Martins J.M.F., 2015b. Sulfamethoxazole sorption in soils of the Bolivian Altiplano and impacts on bacterial populations. Wageningen Soil Conference 2015. August 23 - 27, 2015
- Archundia D., Duwig C., Lehembre F., Chiron S., Morel M.-C., Prado B., Bourdat-Deschamps M., Vince E., Flores Aviles G., Martins J.M.F., 2017a. Antibiotic pollution in the Katari subcatchment of the Titicaca Lake: major transformation products and occurrence of resistance genes. *Science of the Total Environment*, 576, 671–682.
- Archundia D., Duwig C., Spadini L., Uzu G., Guédron S., Morel M.C., Cortez R., Ramos Ramos O., Chincheros J., and Martins J.M.F., 2017b. How uncontrolled urban expansion increases the contamination of the Titicaca lake basin (El Alto - La Paz, Bolivia). In press in *Water, Air and Soil Pollution*. DOI: 10.1007/s11270-016-3217-0
- Chiron S., Duwig C., 2016. Biotic nitrosation of diclofenac in a soil aquifer system (Katari watershed, Bolivia). *Science of The Total Environment*, 565:473-480.
- 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*, 2014, 10, p. 370-375

**Bilan financier succinct** (avec suivant les cas : co-financements éventuels, équipements achetés, missions, recrutements divers, fonctionnements divers...)

Matériel de laboratoire : 3500€

Chambre à vide : 750€

Cartouches SPE Oasis HLB 3CC 60MG (x100): 550€

Filtres PVDF : 300€

Colonne HPLC KROMASIL C18 : 450€

Solvants : 650€

Flaconnage : 250€

Standard SMX-d4 : 550€

Fonctionnement : 500€ (impressions, collation)

**Total : 4000€**

**Annexes si besoin ou lien sur des sites existants et pérennes jusqu'à la fin du Labex (2020)**

- Programme colloque

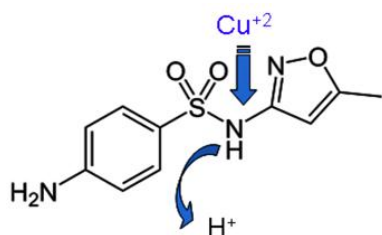
<http://www.bolivie.ird.fr/toute-l-actualite/seminaires-ateliers/mini-atelier-ird-umsa-contaminacion-del-medio-ambiente-por-compuestos-organicos-pesticidas-y-farmaceticos-y-metalicos>

### Mini Taller IRD/UMSA:

## Contaminación del medio ambiente por compuestos orgánicos (pesticidas y farmacéuticos) y metálicos: destino e impacto sobre el desarrollo de resistencias bacterianas

Aula Magna, Tinglado de Química, Instituto de Química, UMSA, Campus Cota Cota

**JUEVES 12 de NOVIEMBRE 2015**



14h00 - 14h30: Denisse Archundia (IRD, Francia): Presencia de contaminantes farmacéuticos en la cuenca de Katari y consecuencias sobre las comunidades bacterianas.

14h30- 15h00: Isabel Morales (Instituto de Biología, UMSA): Uso de cepas fúngicas para la degradación de plaguicidas piretroides y de clorofenoles.

15h00-15h30: Noemí Violeta Poma Sajama (Instituto de Biología Molecular y Biotecnología, UMSA): Impacto de la contaminación urbana del Río La Paz en la abundancia de coliformes fecales y bacterias Gram negativa resistentes, en aguas, suelos y verduras.

15h30-15h45: Jorge Israel Agramont Sanjines (Instituto de Biología Molecular y Biotecnología, UMSA): Presencia de genes de resistencia a antibióticos en las lagunas de la cuenca de Milluni (La Paz, Bolivia).

15h45-16h15: Tatiana Callejas Icuña (Instituto de Investigaciones Fármaco Bioquímicas, UMSA): "Análisis Mutagénico de muestras de agua en la Cuenca Milluni".

16h15-16h30: café

16h30-18h00: Metodología para pre concentración en fase sólida y análisis de antibióticos por cromatografía líquida (IRD-Francia).