

## Fiche analytique – Mémoire de Master MUSE

A rendre au secrétariat lors de l'inscription à la soutenance du mémoire

\* champs obligatoires

<b>AUTEUR*</b>	NOM : INIHAGBE NGWANZA		PRENOM : JOSEPHINE CHRISTELLE	
<b>TITRE MEMOIRE*</b>	<b>Caractérisation physico-chimique et des gènes de résistance aux antibiotiques dans les sédiments du lac de Brêt</b>			
<b>NUMERO MEMOIRE</b>	289		(à remplir par le secrétariat)	
<b>DATE SOUTENANCE</b>	12.02.2018	Salle : CV 003	Heure : 16 H	
<b>THEMATIQUE* (AFFILIATION)</b>	Biodiversité			
<b>VOLEE MUSE*</b>	2014-2015			
<b>TITRE ACADEMIQUE* (par ex.: licencié en biologie)</b>	Licenciée en biologie			
<b>DIRECTION* / EVALUATION</b>	Directeur de mémoire* Dr. John Poté	Co-directeur	Nom(s) du ou des juré(s)* Dr. Serge Stoll	
<b>STAGE (éventuel)</b>	Organisme d'accueil		Maître de stage	
<b>Projet de l'ISE (éventuel) auquel le mémoire est rattaché</b>				
<b>Bourse (éventuelle) reçue par l'étudiant</b>				
<b>COLLATION*</b>	Nb de pages* 70	Nb de figures* 20	Nb de tableaux* 19	
<b>TERRAIN D'ETUDE OU D'APPLICATION</b>				
<b>MOTS-CLES* (entre 5 et 10)</b>	Pollution des eaux de surface, métaux toxiques, teneur en matière organique, gènes de résistance aux antibiotiques, activités agricoles, rejets des stations d'épuration.			
<b>RESUME* (max 1500 car)</b>	La présence de polluants tels que les métaux toxiques, les polluants organiques, les bactéries et les gènes de résistance aux antibiotiques dans les eaux de surface (lacs, rivières, etc.) est due à leur apport par les eaux de ruissellement, les cours d'eaux soumis aux influences anthropiques, les effluents industriels et urbains non ou partiellement traités. La plupart de ces contaminants à différentes concentrations sont notamment accumulés dans les sédiments lacustres de divers âges. Ces sédiments pollués, considérés comme des réservoirs, présents dans certains lacs, sont			

des systèmes naturels à forte biodiversité. La présence de ces réservoirs pollués peut ainsi entraîner la contamination de la colonne d'eau et la perturbation du système suite à l'accumulation et au relâchement de substances nocives entraînant potentiellement des conséquences multiples sur les caractéristiques physiques, chimiques et biologiques des écosystèmes aquatiques. Ainsi les sédiments constituent à la fois des témoins et des réservoirs potentiels de polluants, et sont incontournables pour l'étude de la pollution dans les systèmes lac-réservoirs.

Le lac de Brêt est un petit lac d'altitude situé dans le canton de Vaud en Suisse. Ce lac est un réservoir d'eau potable. Son bassin versant est caractérisé par la présence d'activités agricoles ainsi que de deux stations d'épuration des eaux usées. L'une de ces stations, Forel-pigeon, déverse ses eaux dans le seul affluent du lac, la rivière Grenet, qui y est déviée grâce à une adduction. Ce travail interdisciplinaire a été réalisé sur les carottes sédimentaires du lac de Brêt prélevées à différents endroits, notées B5, B6, et B7, en considérant les sources potentielles de la contamination du lac. L'objectif principal du présent travail est d'évaluer le degré de contamination du lac par la matière organique et les métaux toxiques (Cr, Co, Ni, Cu, Zn, As, Ag, Cd, Pb et Hg) ainsi que de quantifier les gènes de résistance aux antibiotiques (*bla*<sub>TEM</sub>, *bla*<sub>CTX-M</sub>, et *bla*<sub>SHV</sub> en les normalisant avec l'ensemble de la communauté bactérienne 16S rRNA) dans les profils sédimentaires du lac. Des analyses statistiques ont également été effectuées afin de mettre en relation les résultats obtenus.

Les résultats de cette étude montrent que les sédiments du lac de Brêt sont contaminés en matière organique avec des valeurs atteignant 10%. L'analyse des métaux toxiques Cr, Co, Ni, Cu, Zn, As, Ag, Cd et Pb par ICP-MS ainsi que Hg par DMA 80 montrent qu'à part le Cd, les profils sédimentaires du lac sont peu contaminés en métaux avec des valeurs inférieures aux normes internationales d'évaluation de la qualité des sédiments (Sediment Quality Guidelines). La quantification par PCR en temps réel (qPCR) des gènes de résistance aux  $\beta$ -lactames a confirmé la présence des gènes de résistance *bla*<sub>TEM</sub> (amoxicilline/ampicilline). A titre de comparaison, le nombre de copies de ces gènes *bla*<sub>TEM</sub> est comparable voir supérieur à celui obtenu sur un site pollué (Vidy) du lac Léman. La présence de gènes peut être expliquée en grande partie par les ruissellements à partir des prairies de la couverture végétale du lac.

En somme, la comparaison des résultats des trois carottes entre eux a montré que la carotte la plus proche de la dérivation des eaux de la station de Forel-pigeon B6, est la moins polluée et celle prélevée au milieu du lac B5 est la plus polluée. Cette comparaison nous a conduit à envisager une possible influence négative importante des activités agricoles se pratiquant dans le bassin versant du lac et par contre un impact plus faible voire localisé des eaux du Grenet sur les sédiments du lac de Brêt. Il nous paraît néanmoins important de prendre cette conclusion avec une certaine prudence car il peut exister d'autres sources de pollution inconnues d'où la nécessité

	de réaliser des recherches plus approfondies sur le sujet.
SUMMARY* (en anglais)	<p>The presence of pollutants such as toxic metals, organic pollutants, bacteria and antibiotic resistance genes in surface waters (lakes, rivers, etc.) is due to their input from runoff, anthropogenic streams, untreated or partially treated industrial and urban effluents. Most of these contaminants at different concentrations are accumulated in lake sediments of varying ages. These polluted sediments, considered as reservoirs, present in some lakes, are natural systems with high biodiversity. The presence of these polluted reservoirs can thus lead to contamination of the water column and disturbance of the system as a result of the accumulation and release of harmful substances, potentially having multiple consequences on the physical, chemical and biological characteristics of aquatic ecosystems. Thus, sediments are both witnesses and potential reservoirs of pollutants, and are essential for the study of pollution in lake-reservoir systems.</p> <p>Lake Brêt is a small lake situated in the canton of Vaud in Switzerland. This lake is a drinking water reservoir. Its catchment area is characterized by the presence of agricultural activities and two wastewater treatment plants. One of these stations, Forel-pigeon, empties its waters into the lake's only tributary, the Grenet River, which is bypassed in the lake by a water supply. This interdisciplinary work was carried out on the sedimentary cores of Lac de Brêt collected at different locations, noted B5, B6, and B7, considering the potential sources of contamination of the lake.</p> <p>The main objective of this work is to estimate the state of contamination of the lake by organic matter and toxic metals (Cr, Co, Ni, Cu, Zn, As, Ag, Ag, Cd, Pb and Hg) as well as to quantify antibiotic resistance genes (<i>bla</i><sub>TEM</sub>, <i>bla</i><sub>CTX-M</sub>, and <i>bla</i><sub>SHV</sub> by standardizing them with the whole 16S rRNA bacterial community) in the profiles. Statistical analyses were also carried out to compare the data obtained.</p> <p>The results of this study show that the sediments of Lake Brêt are contaminated with organic matter with values of up to 10%. The analysis of the toxic metals Cr, Co, Ni, Co, Cu, Zn, As, Ag, Ag, Cd and Pb by ICP-MS and Hg by DMA 80 show that, apart from Cd, the sedimentary profiles of the lake are not contaminated in metals with values below international sediment quality assessment standards (Sediment Quality Guidelines). Real-time PCR quantification (qPCR) of beta-lactam resistance genes confirmed the presence of the resistance genes <i>bla</i><sub>TEM</sub> (amoxicillin/ampicillin). By comparisons, the number of copies of these <i>bla</i><sub>TEM</sub> genes is comparable or even higher than that obtained at a polluted site (Vidy) in Lake Geneva. The presence of genes can be largely explained by runoff from the grasslands of the lake's vegetation cover.</p> <p>In sum, the comparison of the results of the three cores between them showed that the carrot closest to the derivation of water from the station of Forel-pigeon B6, is</p>

	<p>the least polluted and that taken from the middle of lake B5 is the most polluted. This comparison has led us to suggest a possible significant negative influence of agricultural activities in the lake catchment area and, on the other hand, a smaller or even localized impact of Grenet waters on the sediments of Lake Brêt. Nevertheless, we feel it is important to take this conclusion with some caution, as there may be other unknown sources of pollution, which is why further research is needed.</p>
<b>REMARQUES</b>	