

Mots-clés : munitions immergées, métaux traces, lac, Léman, sédiments, moules, quaggas, *Dreissena rostriformis bugensis*.

RESUME

En Suisse, près de 8000 tonnes de munitions ont été immergées par la Confédération entre 1947 et 1965. Les lacs de Thoune, de Brienz, et des Quatre-Cantons sont principalement concernés. Toutefois, le Léman n'a pas été épargné par ces déchets. Au total, entre 150 et 1000 tonnes d'armement provenant d'une entreprise privée a été dispersé. Les découvertes ponctuelles et les investigations historiques indiquent deux vastes zones d'immersions recouvrant près de 20km² du Petit-Lac genevois. Peu d'informations quant aux localisations, quantités et types de munitions existent pour le Léman. Leur présence est inquiétante du fait du danger d'explosion lors de travaux sous-lacustres mais également pour les risques environnementaux qu'elles représentent. En effet, les munitions ont des actions écotoxiques avérées dues à la libération de métaux et d'explosifs dans l'eau durant leur corrosion.

Ce travail se veut exploratoire, avec une approche innovante qui consiste à rechercher les métaux traces issus des munitions à la fois dans les moules quaggas (*Dreissena rostriformis bugensis*) et dans des carottes de sédiments échantillonnées à proximité immédiate des munitions. Les valeurs seront ensuite comparées avec des prélèvements similaires non associés à des munitions. Les plongées à 50m de profondeur ont été effectuées par l'association Odysseus 3.1.

La superposition des profils des métaux de divers carottes de sédiments ne semble pas indiquer de transition historique majeure à proximité des munitions. Toutefois la comparaison avec d'autres échantillons de surface indique que les sommets des quatre carottes prélevées à côté des caisses sont plus concentrés Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn et Sn que les autres échantillons superficiels. Ces éléments se retrouvent en majorité dans les moules vivants à quelques centimètres des munitions avec des valeurs plus hautes en Al, Mn, Cr, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As, Sn et Pb que dans les moules à 30m des munitions. Combinés, ces deux paramètres indiquent une trace chimique dans l'environnement aquatique attribuable aux munitions avec des augmentations de l'ordre de 30% par rapport aux concentrations mesurées dans les références.

Une collaboration avec le DPPS (Département fédéral de la défense, de la protection de la population et des sports) a permis une mise en application concrète de cette approche dans la zone de tir d'aviation de Forel dans le Lac de Neuchâtel. Sur ce site, et contrairement au Léman, les éléments chimiques plus concentrés dans les sédiments ne se retrouvent pas de manière marquée dans la chair des moules quaggas et indiquent que le comportement des métaux issus des munitions immergés est différent en fonction des conditions physico-chimiques. Il est donc impossible d'évaluer les influences de munitions sur un environnement aquatique sans une étude spécifique et complète du site.

Keywords: *ammunition, munitions, dumped, trace metals, Lake Geneva, sediments, quagga mussels, Dreissena rostriformis bugensis,*

ABSTRACT

In Switzerland, almost 8000 tons of ammunition were dumped in lakes by the Confederation between 1947 and 1965. The lakes of Thun, Brienz, and Lucerne are mainly affected. However, Lake Geneva was not spared by this waste. In total, between 150 and 1000 tons of ammunition from a private company were dispersed. One-off discoveries and historical investigations indicate two vast immersion zones covering nearly 20km² of Lake Geneva. Little information on the locations, quantities and types of ammunition exists. Their presence is concerning due to the danger of explosion but also for the environmental risks they present. Indeed, ammunition has proven to have ecotoxicological effects due to the release of metals and explosives in water during their corrosion.

This work is intended to be exploratory, with an innovative approach which consists in searching for ammunition trace metals both in quagga mussels (*Dreissena rostriformis bugensis*) and in sediment cores sampled in the immediate vicinity of the ammunition and then comparing the values with samples not associated with ammunition. Exploration and sampling dives at 50m water depth were carried out by the French environmental association Odysseus 3.1.

The superimposition of the metal profiles of various sediment cores does not seem to indicate a major historical transition in the vicinity of the munitions. However, comparison with other surface samples indicates that the tops of the four cores taken near the ammunition are more concentrated in Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn et Sn than the other surface sediments samples. Higher values of Al, Mn, Cr, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, As, Sn et Pb were also found in mussels living a few centimeters from ammunition compared to the ones 30m away. Combined, these two parameters indicate a trace metals contribution attributable to the munitions in the aquatic environment of roughly 30% over background concentrations measured in the sediment and mussels references.

A collaboration with the DDPS (Federal Department of Defense, Civil Protection and Sport) has enabled this approach to be put into practice in the fighter aircraft firing range in Forel, Lake Neuchâtel. On this site, and unlike Lake Geneva, the chemical elements found more abundantly in the sediments are not present in a marked way in the quaggas mussels and indicate that the behavior of the metals from the ammunition is different depending on the physical and chemicals conditions. It is therefore impossible to assess the influences of ammunition in the aquatic environment without a specific and comprehensive study of a particular dumpsite.