

Abondance et devenir des microplastiques dans les lacs alpins d'altitude

Microplastic pollution in remote alpine lakes

Gateuille David^{1*}, Julia Dusaucy¹, Emmanuel Naffrechoux¹, Nathalie Cottin¹, Philippe Fanget¹, Grégory Tourreau², Peter Gallinelli³, Frédéric Gillet³

¹Laboratoire EDYTEM, UMR 5204 CNRS-USMB, 73370 Bourget du Lac, France

²SIALIS-EAU, 54600 Villers-les-Nancy, France

³AQUALTI, 73000 Chambéry, France

* david.gateuille@univ-smb.fr

RÉSUMÉ

Les microplastiques constituent une menace pour les écosystèmes aquatiques. Les lacs, en tant qu'accumulateur des pollutions issues de leur bassin versants y sont particulièrement sensibles. A cause de la multiplicité des sources et des voies de transferts, le devenir des microplastiques dans les écosystèmes lacustres reste mal connu. Le projet Plastilac s'est intéressé pour la première fois à la contamination de lacs d'altitude (de 1300 m à 2800 m) par les microplastiques. Les résultats montrent qu'aucun lac n'est exempt de microplastiques, prouvant l'ubiquité de cette pollution à l'échelle des Alpes françaises. L'abondance des microplastiques varie significativement d'un lac à l'autre et les concentrations mesurées (environ 10 MP/m³) dans ces lacs éloignés des sources potentielles de contamination sont environ 100 fois inférieures à celles décrites dans la littérature pour les lacs de plaine. Nos analyses montrent également que les temps de séjour des microplastiques dans la colonne d'eau de ces lacs sont relativement courts, de l'ordre de quelques jours. Par opposition, les temps de séjour dans les sédiments lacustres sont plus longs et les fonds lacustres conservent les traces des contaminations passées. Ce travail constitue une première pour comprendre le devenir des microplastiques dans les milieux montagneux. Il fournit des informations importantes sur leur dynamique et sur la dimension temporelle de cette pollution.

ABSTRACT

Microplastics pose a threat to aquatic ecosystems. Lakes are particularly exposed to it as they may act as accumulator of pollution from their watersheds. Unfortunately, the fate of microplastics in lake ecosystems remains poorly understood because of the multiplicity of sources and transfer pathways. For the first time, the Plastilac project focuses on the contamination of high altitude lakes (from 1300 m to 2800 m above the sea level) by microplastics. The results showed that no lake was free from microplastics, proving the ubiquity of this pollution across the French Alps. The abundance of microplastics varied significantly from one lake to another and the concentrations measured in high altitude lakes (around 10 MP / m³), far from potential sources of contamination, were approximately 100 times lower than those reported in the literature for lowland lakes. Our analyses also showed that the residence times of microplastics in the water column of these lakes were relatively short, of the order of a few days. In contrast, the residence times in lake sediments were much longer and lake bottoms retain traces of past contamination. This work constitutes a first for understanding the fate of microplastics in mountainous environments. It provides important information on their dynamics and, in particular, on the temporal dimension of this pollution.

MOTS CLES

Alpes, Contamination, Dynamique, Lac, Microplastiques

1 INTRODUCTION

Depuis leur invention au début du 20^e siècle, l'utilisation des plastiques dans la vie quotidienne n'a cessé de croître jusqu'à représenter aujourd'hui une production annuelle mondiale d'environ 400 millions de tonnes dont 5 millions de tonnes en France. Une part significative de ces plastiques sont rejetés dans l'environnement contaminant ainsi les milieux terrestres, aquatiques et atmosphériques. Les particules de taille inférieure à 5 mm sont qualifiées de microplastiques (MP). Elles peuvent avoir été émises sous cette forme ou être issues de la fragmentation de déchets plastiques de tailles plus importantes. Ces MP ont été détectées dès les années 1970 dans la mer des Sargasses. Leur ubiquité dans l'environnement préoccupe de plus en plus l'opinion publique et la communauté scientifique car les MP constituent une menace pour les écosystèmes. Bien que le nombre d'études sur la contamination des MP ait fortement augmenté au cours des dernières décennies, la majorité des travaux portent sur l'environnement océanique. Ainsi, le devenir des MP dans les écosystèmes aquatiques continentaux reste mal connu. A titre d'exemple, la première étude sur la pollution par les MP dans les lacs a été publiée en 2011. En France, il n'existe aucune donnée sur l'origine et l'étendue de la contamination des écosystèmes lacustres ou sur l'impact des PM sur ces milieux (Dusaucy et al., 2021). Pourtant, les pollutions marines et océaniques proviennent principalement de l'environnement terrestre et des eaux intérieures. Par conséquent, il est nécessaire de mieux comprendre la dynamique des MP au sein de la zone critique. A ce titre, les écosystèmes de montagne constituent des lieux privilégiés pour l'étude du devenir des MP car ils sont des systèmes plus simples où la source majoritaire de MP sont les apports atmosphériques (Allen et al., 2019) et où les voies de transfert sont moins nombreuses.

Dans le cadre du projet Plastilac, une dizaine de lacs d'altitude (de 1300 m à 2800 m) ont été étudiés afin de déterminer la présence et le devenir des microplastiques dans ces milieux éloignés des sources de pollution.

2 MATERIEL ET METHODES

2.1 Localisation des sites d'étude

Les lacs sélectionnés pour l'étude Plastilac sont répartis dans l'ensemble de l'arc alpin (Figure 1), à des altitudes élevées (> 1300 m). Les lacs ont été choisis pour leurs caractéristiques variées (altitude, taille, exposition aux activités humaines, temps de séjour de l'eau, etc.) afin de comprendre l'influence de ces paramètres sur les pollutions en MP.

2.2 Echantillonnage in situ

Une approche multi-compartiments a été mise en place afin de suivre à la fois la contamination dans la colonne d'eau et dans les sédiments des lacs, mais aussi les flux de MP entrant par les affluents et émis à l'exutoire. Cette approche a été choisie afin d'étudier l'aspect temporel des contaminations. Pour échantillonner les colonnes d'eau de ces lacs non accessibles par le réseau routier, des équipements spécifiques ont été développés (Gillet et al., 2020). Enfin, afin de vérifier l'absence de contamination apportée par l'équipe de recherche, des blancs terrains ont été régulièrement réalisés.

2.3 Analyse en laboratoires

Au laboratoire, les échantillons ont été traités selon le protocole suivant : préfiltration, oxydation de la matière organique par ajout d' H_2O_2 , tri densimétrique dans une solution de NaBr ($d = 1,65$). Les échantillons étaient ensuite filtrés sur des filtres en silicium et analysés en microscopie infrarouge à transformées de Fourier. Les particules ainsi détectées étaient caractérisées par identification des spectres en moyen infrarouge.

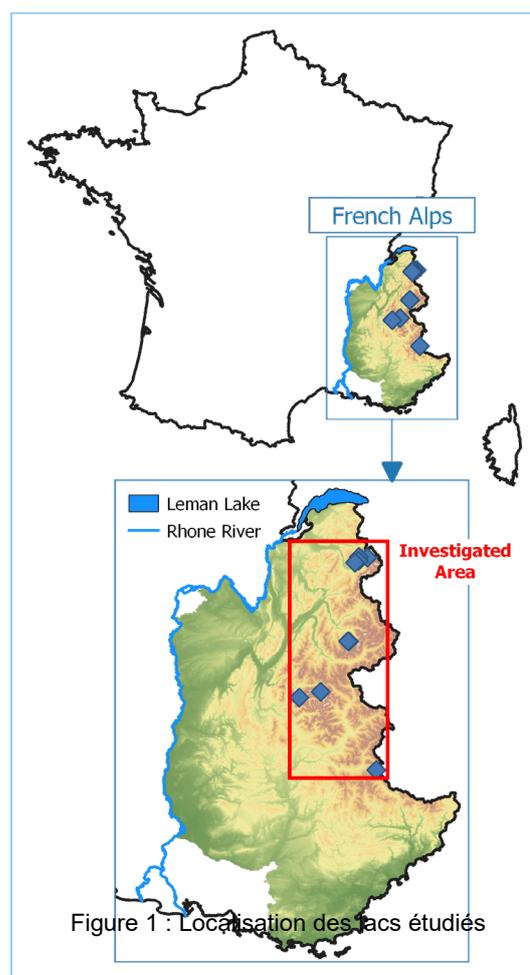


Figure 1 : Localisation des lacs étudiés

3 RESULTATS

3.1 Comparaison des teneurs dans les lacs

Notre travail montre qu'aucun lac n'est exempt de MP suggérant qu'il s'agit d'une contamination omniprésente à l'échelle régionale y compris sur les massifs montagneux éloignés des sources potentielles. Les concentrations en MP varient significativement d'un lac à l'autre sans que l'étude ne puisse mettre en avant de facteurs évidents conditionnant cette variation. Ainsi, la variabilité spatiale des apports atmosphériques, la présence d'un manteau neigeux dans le bassin versant ou celle de randonneurs constituent des facteurs qu'il reste à étudier. Par ailleurs, les contaminations en MP mesurées dans les colonnes d'eau (environ 10 MP/m³) de ces lacs éloignés des zones urbaines denses sont environ 100 fois inférieures à celles décrites dans la littérature pour les lacs de plaine (Dusaucy et al., 2021). Les particules recensées à la surface de la colonne d'eau étaient majoritairement des fibres de polyéthylène ou de polypropylène.

3.2 Dynamique temporelle de la contamination

Nos analyses montrent également que les temps de séjour de MP dans la colonne d'eau de ces lacs sont relativement courts, de l'ordre de quelques jours (Figure 2) au moment des prélèvements. Ces temps de séjours ont été calculés en comparant les stocks estimés à la surface des lacs aux flux entrants ou sortants des lacs. Ces bilans de masse n'incluent ni les flux de sédimentation des MP ni les apports atmosphériques directs au lac mais ils constituent tout de même une première information sur la dimension temporelle de ces contaminations.

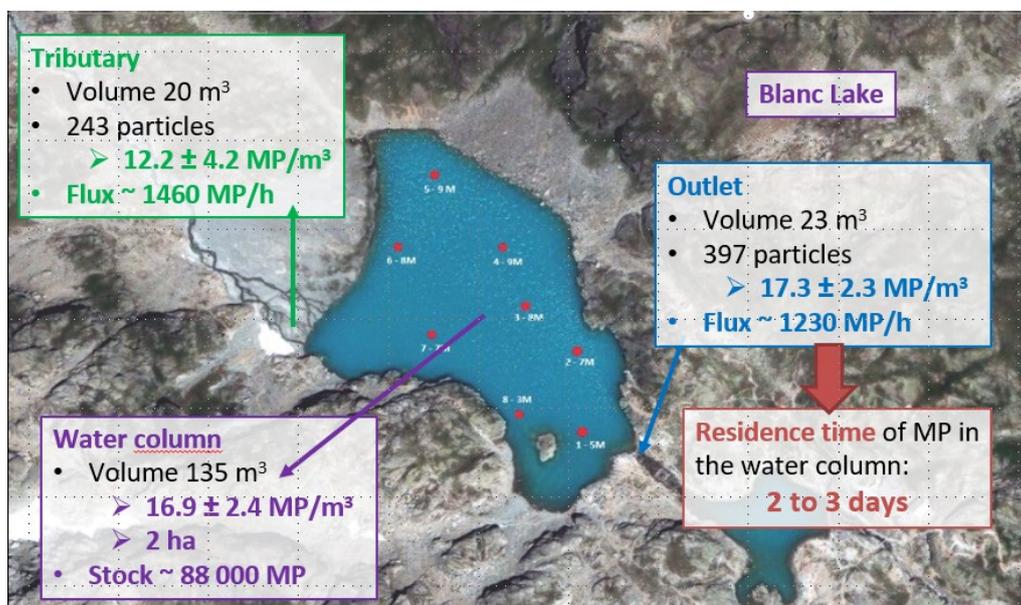


Figure 2 : Bilan de masse de MP à l'échelle du lac Blanc (massif des Aiguilles Rouges)

4 CONCLUSION ET PERSPECTIVES

En conclusion, le projet Plastilac constitue une première étude innovante portant sur la présence et le devenir des microplastiques dans les écosystèmes lacustres de montagne. Si les résultats sont plutôt rassurants sur les concentrations en MP dans ces lacs et sur les temps caractéristiques de ces pollutions au regard de ceux des lacs de plaine, ils confirment néanmoins que cette contamination est omniprésente à l'échelle de l'arc alpin y compris dans des milieux que l'on pouvait penser préservés.

BIBLIOGRAPHIE (3 MAXIMUM)

- Carpenter, E.J., Smith, K.L., 1972. Plastics on the Sargasso Sea Surface. *Science* 175, 1240–1241. <https://doi.org/10.1126/science.175.4027.1240>
- Dusaucy, J., Gateuille, D., Perrette, Y., Naffrechoux, E., 2021. Microplastic pollution of worldwide lakes. *Environmental Pollution* 284, 117075. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.117075>
- Gillet, F., Gallinelli, P., Naffrechoux, E., Gasperi, J., Gateuille, D., 2020. The "Mantamaran", a light, robust, portable and affordable sampler designed for altitudes lake microplastics sampling campaigns, in: MICRO 2020 Fate and Impact of Microplastics: Knowledge, Actions and Solutions, Lanzarote (Espagne), Nov. 2020.