



# Classification automatique de plancton lacustre pour la caractérisation du fonctionnement de l'écosystème

Etienne Decencière, Mines Paris - Université PSL

Jean-François Le Galliard, Ecole normale supérieur - Université PSL, directeur adjoint du CEREEP-Ecotron IleDeFrance

## Contexte et objectifs

Dans une phase de changements climatiques et de perturbations anthropiques affectant la plupart des écosystèmes de la planète, le suivi de la biodiversité est essentiel (Jaureguiberry *et al.* 2022). Cette dernière est en effet gravement menacée, avec pour conséquences des risques multiples allant de la disparition d'espèces à la réduction de services écosystémiques. Dans ce contexte, améliorer les outils de suivi de la biodiversité est une nécessité. C'est en particulier le cas pour le plancton d'eau douce, marqueur important de la santé des écosystèmes aquatiques continentaux dont la quantification est rendue possible grâce au développement de systèmes d'imagerie haut-débit. Cependant, on manque aujourd'hui de méthodes d'analyse automatique pour classer les images ainsi obtenues qui soient adaptées aux spécificités des échantillons de plancton d'eau douce.

Ce projet a donc pour objectif le développement de méthodes pour la classification d'images de plancton d'eau douce, domaine encore peu exploré, grâce à l'apprentissage profond et à l'intégration de métadonnées écologiques. Après une étude préliminaire (Hong *et al.* 2020) ne distinguant que 4 groupes, **seuls quelques articles ont été publiés sur du plancton associé à des hydrosystèmes continentaux** (Kyathanahally *et al.* 2021, Chen *et al.* 2023, Vogelmann *et al.* 2022). Le fort déséquilibre en termes d'abondance des différentes taxons de plancton d'eau douce constitue le principal verrou méthodologique de ces approches. Les variations morphologiques naturelles, la présence de détritux et les différentes apparences dues à l'angle de projection de chaque organisme contribuent aussi à rendre la tâche de classification plus difficile. Des travaux récents suggèrent que **l'intégration de métadonnées associées au contexte des échantillonnages** (Ellen *et al.* 2019), ou aux périodes d'occurrence attendues des organismes (Sun *et al.* 2021) améliorent les performances des techniques d'apprentissage profond.

Les méthodes développées seront testées sur un jeu de données comprenant une série temporelle d'échantillons et seront comparées à des méthodes génétiques développées indépendamment sur ces mêmes échantillons. A l'issue de la thèse, nous mettrons à disposition de la communauté académique une base de données annotée d'images de plancton lacustre et un logiciel permettant la classification automatique de ce type d'images, ouvrant ainsi la possibilité de faire des études à grande échelle des écosystèmes des lacs.

## Compétences requises

Les candidat-e-s doivent avoir une solide formation en mathématiques appliquées et une expérience avec des bibliothèques d'apprentissage automatique telles que Tensorflow, Jax et/ou PyTorch. Des compétences en biologie constituent un atout supplémentaire.

## Candidature

Les candidat-e-s doivent envoyer leur CV, notes et lettres de recommandation à Etienne.Decenciere@minesparis.psl.eu et à Jean-François Le Galliard (galliard@biologie.ens.fr).

## Références

- Chen Z, Du M, Yang X-D, Chen W, Li Y-S, Qian C, Yu H-Q (2023) Deep-learning-based automated tracking and counting of living plankton in natural aquatic environments. *Environ Sci Technol*, 57: 18048-18057.
- Ellen J S, Graff C A, Ohman M D (2019) Improving plankton image classification using context metadata. *Limnol Oceanogr Methods*, 17: 439-461.
- Hong S et al. (2020) Classification of freshwater zooplankton by pre-trained convolutional neural network in underwater microscopy. *Int J Adv Comput Sci Appl*, 11 (7): 252-258.
- Jaureguiberry P et al. (2022). The direct drivers of recent global anthropogenic biodiversity loss. *Science advances*, 8(45), eabm9982.
- Kyathanahally S P, Hardeman T, Merz E, Bulas T, Reyes M, Isles P, Pomati F, Baity-Jesi M (2021) Deep learning classification of lake zooplankton. *Front Microbiol*, 12: 746297.
- Vogelmann C, Teichert M, Schubert M, Martens A, Schultes S, Stibor E (2022) The usage of a zooplankton digitization software to study plankton dynamics in freshwater fisheries. *Fisheries Res*, 251: 106326.