

INRAE CARRTEL THONON

L'outil « plongée »



Descriptif

Au sein du CARRTEL, la plongée est un outil utilisé pour diverses missions et projets de recherche (observations et suivis d'espèces, prise d'images [photo et vidéo], instrumentation de sites, recherche et déplacement d'objets, prélèvements [eau, sédiment, organismes], nettoyage d'infrastructure). Reconnue utile et nécessaire depuis 2020 à INRAE, complémentaire des autres moyens déployés au sein de nos écosystèmes, la plongée scientifique est assujettie à une réglementation spécifique. Ainsi, les plongeurs doivent être habilités en étant titulaires du Certificat d'Aptitude à l'Hyperbarie (CAH), un diplôme du ministère du travail qu'il faut recycler tous les 5 ans. Chaque année, une visite médicale professionnelle est opérée et la médecine du travail valide la possibilité de plonger. Chaque travail est associé à un ordre de mission spécifiant l'utilisation de la plongée.

Le responsable de la plongée au sein du CARRTEL, Stéphan JACQUET, est également le créateur et animateur du réseau plongée au sein d'INRAE (<https://reseau-plongee.hub.inrae.fr/>), représentant de l'institut et secrétaire au sein du Comité National de la Plongée Scientifique (<https://reseau-plongee.hub.inrae.fr/le-cnps>). Il intervient aussi comme conseiller en prévention et sécurité encadrant l'activité de plongée scientifique (incluant l'apnée).

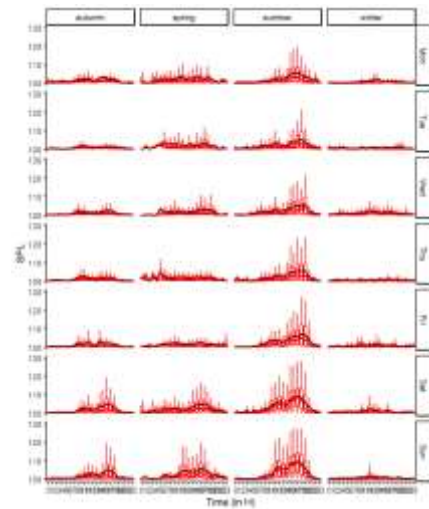
Mode de fonctionnement

Suivant la profondeur d'évolution et le travail à réaliser, il faut être au minimum 2 ou 3 plongeurs. A ce jour, deux personnes sont habilitées au sein du CARRTEL. Pour être dans « les clous », le travail est fait en s'associant avec un bureau d'étude local (Subbear), un collaborateur scientifique qui dispose de plongeurs habilités.

Le « service » de plongée ne reçoit pas de dotation financière propre. Le coût des opérations de plongée est donc associé aux projets et/ou à la charge des personnes qui y ont recours. Une prestation type comprend généralement la rémunération (prestation de service forfaitaire) du ou des plongeurs appartenant au bureau d'étude, le déplacement des plongeurs sur site, le fonctionnement et la location d'équipements de plongée spécifiques, ainsi que le matériel (de travail et de sécurité) nécessaire au bon déroulement de la mission.

Exemples de missions associées à des travaux de recherche

POLLUSON

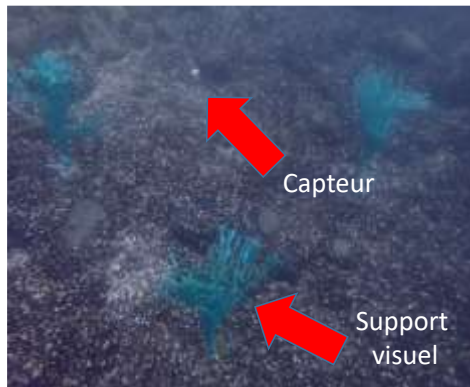


Le bruit est particulièrement perceptible sous l'eau. Caractériser les variations du paysage sonore dans l'espace et le temps, quantifier l'activité des embarcations motorisées, étudier l'impact sur les communautés naturelles ont été au cœur du projet POLLUSON porté par l'ENES de l'Université Jean Monet de Saint-Etienne (<https://www.eneslab.com/>). Le projet a reposé sur l'utilisation de capteurs acoustiques autonomes passifs pour diagnostiquer la pollution sonore au sein du lac du Bourget. 5 balises ont été positionnées dans divers endroits du lac, à environ 25 m de profondeur et régulièrement remontées, vérifiées, réalimentées pendant 2 ans (2022-2023). En cours d'analyse dans le cadre du travail d'une thèse de doctorat (2022-2025), les résultats ont déjà révélé l'importance du bruit des moteurs de bateau, sa variabilité spatiale et temporelle, et ils pourraient donc aboutir au développement d'un outil de mesure en partie automatisé, fiable et peu coûteux comparativement à d'autres approches (e.g. la quantification de l'activité nautique par suivi aérien). Une publication est en cours de rédaction et un poster a été présenté au cours du 7^{ème} colloque européen sur la plongée scientifique qui s'est tenu en 2023 à Roscoff (France).

Turco, T., M. Vieira, M. Beauchaud, S. Jacquet, J. Grimond and V. Médoc. **2024**. First spatial and long-term assessment of underwater noise in a large and deep freshwater lake. En préparation pour *STOTEN*

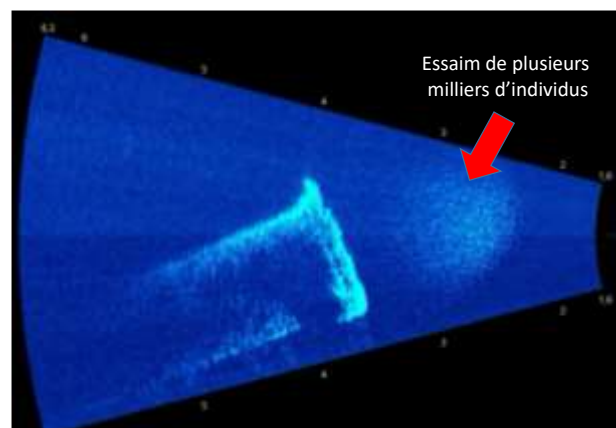
NB : Dans la lignée de ce projet, une balise a aussi été mise en place à la demande des organisateurs du festival de musique Musilac d'Aix-les-Bains au mois de juillet 2023 afin d'analyser le bruit engendré par la musique elle-même mais aussi par l'activité associée (montage/démontage de scène, bateaux venant profiter des concerts, etc.).

BIO-DIV-E



La transparence du Léman a augmenté depuis plusieurs années (baisse du phytoplancton) et s'est accélérée plus récemment avec la colonisation des fonds par la moule quagga qui filtre de grandes quantités d'eau. Ceci entraîne une augmentation de la surface éclairée dans la zone benthique littorale. Les microalgues qui colonisent ces fonds deviennent donc de plus en plus importantes pour le fonctionnement du lac. L'objectif du projet de recherche Bio-DIV-e a été de suivre ce compartiment biologique sur un site donné, pendant un an, à 5 profondeurs, entre 2 et 30 m, entre septembre 2022 et octobre 2023. Des capteurs (HOBO) mesurant en continu la lumière et la température ont été déployés à chaque profondeur. La biodiversité et la composition de ces communautés seront analysées en 2024 grâce à l'approche metabarcoding. 12 plongées et prélèvements ont été faits au cours de l'année d'étude. Nous avons posé comme hypothèse, les zones de surface étant des milieux physiquement plus instables que les milieux profonds (où turbulence, température, luminosité varient moins), qu'une augmentation de la diversité du microphytobenthos est attendue dans la zone autour des 4 m, siège d'une complexification des habitats (cailloux, macrophytes, moules), vs. une diminution de cette diversité au-delà (à 8, 15 et 30 m), où l'habitat devient plus uniforme, la température plus basse et moins variable et la luminosité de plus en plus limitante. Une valorisation est prévue en fin d'année 2024.

MYSILAC



La petite crevette rouge sang (*Hemimysis anomala*), espèce exotique de la famille des Mysidacés au caractère envahissant, originaire de la région ponto-caspienne, s'est récemment installée dans les grands lacs périalpins. La prolifération de cette espèce peut avoir un impact sur le fonctionnement des

écosystèmes lacustres et sur les espèces natives, particulièrement en raison de son régime alimentaire planctonophage. Du fait de son activité nocturne et de son affinité pour les habitats difficiles d'accès, l'évaluation de son abondance et de son comportement reste mal connue. De 2020 à 2023, la plongée a permis d'étudier divers essaims de l'animal sur deux sites de plongée au Léman, récolter des individus ou de l'eau pour développer une approche ADNe, instrumenter un site pendant plusieurs semaines pour suivre le comportement *in situ* d'*Hemimysis anomala* à l'aide de caméras visible/infrarouge et acoustique. Plusieurs posters et conférences dans des colloque nationaux et internationaux ont été présentés sur ces travaux, des vidéos ont été réalisées, des articles ont été publiés et d'autres paraîtront en 2024. Une partie des travaux a aussi été rendu possible en faisant appel à la communauté des plongeurs loisirs (projet de science participative).

Frossard, V., C. Vagnon and S. Jacquet. **2023**. Seasonal variations of the trophic niche of *Hemimysis anomala* reveal that the invasive bloody-red mysid crustacean is an ecological opportunist in Lake Geneva. *Hydrobiologia* <https://doi.org/10.1007/s10750-023-05334-z>

Jacquet, S. **2023**. Are warm temperatures the key factor to prevent *Hemimysis anomala* winter swarms in peri-alpine lakes? *Know. Manag. Aquatic Environ.* 424:14 <https://doi.org/10.1051/kmae/2023008>

Melliti, S., M. Vautier, C. Chardon and S. Jacquet. **2024**. PCR and ddPCR comparison to detect and monitor the dynamics of the alien invasive red blood mysid *Hemimysis anomala* and its interaction with perch: A case study in Lake Geneva.

Rogissart, H., V. Frossard, J. Guillard, C. Rautureau and S. Jacquet. **2023**. Tracking the real-time behavior of *Hemimysis anomala*'s winter swarms using acoustic camera. *J. Great Lake Res.* 2023:102250 <https://doi.org/10.1016/j.jglr.2023.102250>

Rogissart, H., V. Frossard, J. Guillard, C. Rautureau and S. Jacquet. **2024**. Exploring the interactions between the recently invasive bloody-red mysid (*Hemimysis anomala*) and the European perch (*Perca fluviatilis*) in Lake Geneva. En preparation pour *Animal behaviour*

Rogissart, H., J. Grimond, V. Frossard and S. Jacquet. **2024**. Distribution, quantitative and functional importance of the invasive bloody-red mysid (*Hemimysis anomala*) in lakes. En preparation pour *International Journal of Limnology*

QUAGRA



Le Léman est aujourd'hui confronté à un problème majeur : l'invasion de la moule quagga (*Dreissena rostriformis bugensis*), une espèce exotique envahissante, originaire du bassin ponto-caspien. L'étude

de cette espèce, récemment établie mais prolifique, est essentielle pour comprendre son impact sur l'écosystème et pour tenter de développer des stratégies de gestion efficaces. Si ce dernier point n'est pas forcément évident et/ou possible à mener/mettre en place pour ce type d'espèce, il reste critique, au-delà de décrire la distribution de l'animal au sein du Léman, de mieux comprendre des processus écophysologiques clefs comme sa capacité de filtration, son taux de croissance, sa dynamique de reproduction, ou encore sa structuration tridimensionnelle et de capacité de colonisation d'une grande variété d'habitats. Dans le cadre de ce projet qui s'étale sur 2024, une approche par photo/vidéo (photogrammétrie) est testée pour mieux comprendre taux de croissance et structuration tridimensionnelle des agrégats de moules et comment ces éléments pourraient influencer la capacité de colonisation d'une variété d'habitats.

QUALACSED



Avec l'implantation de la moule quagga dans le Léman (et ailleurs) un autre défi de taille, à la fois scientifique et sociétale, est celui d'analyser les divers impacts qu'elle peut engendrer sur la variété de services écosystémiques rendus par les lacs. Dans le cadre ce projet, notre ambition est de savoir si et comment la moule quagga impacte les flux de nutriments à l'interface eau-sédiment (le sédiment étant riche en phosphore et portant donc le spectre d'une nouvelle eutrophisation) et la séquestration du carbone dans les sédiments (pouvant modifier la balance puits/source pour ce dernier). Les objectifs visent concrètement à répondre aux questions clefs suivantes: La moule quagga modifie-t-elle la concentration en oxygène dissous à l'interface sédiment-eau et cela peut-il favoriser/engendrer le relargage sédimentaire du phosphore et la séquestration de C sédimentaire ? Nous posons l'hypothèse que c'est le cas et que cela varie en fonction de l'environnement et du degré d'occupation (surface, épaisseur) de l'animal. Les coquilles d'animaux morts constituent-elles également un réservoir de nutriments ? Nous posons l'hypothèse que c'est le cas et que cela varie en fonction de la structure en âge.

Beisel J.-N., I. Domaizon, S. Jacquet, J. Guillard, N. Trunfio, C. Rautureau, J. Grimond, F. Rimet, M. Vautier. **2023**. Mise au point d'un protocole de quantification (sur la base d'une comparaison de méthodes) des populations de dreissènes (*Dreissena polymorpha* et *Dreissena rostriformis bugensis*) au sein du Léman et premières évaluations in situ. Juin 2023 – Rapport final CIPEL.

Contact : Stéphan JACQUET (04 50 26 78 12 ; stephan.jacquet@inrae.fr)