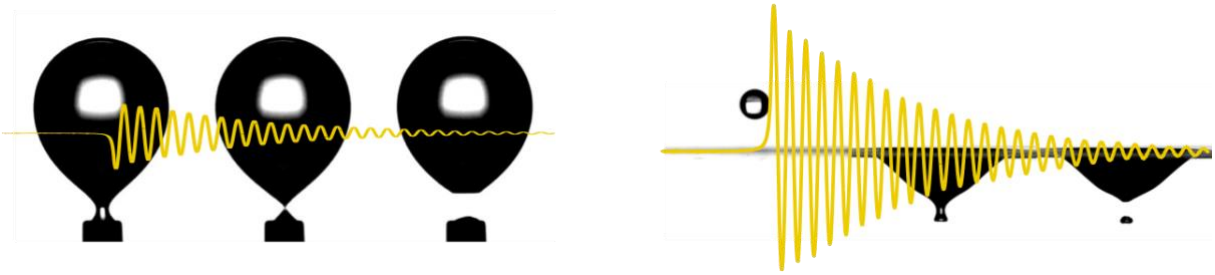
Proposition de stage de M2 (année 2026-27)

Acoustique des bulles : de la bulle unique à la colonne de bulles en milieu naturel

Profil recherché : étudiant.e souhaitant faire des expériences dans le cadre d'un stage à la frontière entre acoustique et hydrodynamique.
Poursuite en thèse : possible, sous réserve de financement (doctoral ou ANR).

Encadrement : Caroline Derec et Valentin Leroy, Matière et Systèmes Complexes (Univ. Paris Cité), en collaboration avec Juliette Pierre (Institut Jean Le Rond d'Alembert).
Contact : caroline.derec@u-pariscite.fr , valentin.leroy@u-pariscite.fr, juliette.pierre@cnrs.fr
Lieu : laboratoire MSC, 10 rue Alice Domon et Léonie Duquet, 75013 Paris



Chacun connait le son des gouttes de pluie percutant la surface d'un lac, ou le son produit lorsque l'on souffle dans un verre d'eau à travers une paille. Les responsables en sont les bulles d'air piégées dans l'eau, qui se comportent comme de petits oscillateurs harmoniques du fait de la compressibilité du gaz. Depuis plusieurs dizaines d'années et le travail de Minnaert [1], la fréquence de résonance de ces oscillations et leur amortissement ont été largement étudiés. En revanche ce n'est que très récemment que l'origine de l'amplitude acoustique a été élucidée.

Nous avons montré que ce sont les conditions initiales de la proto-bulle au moment où elle est pincée, en particulier sa vitesse de gonflement ou dégonflement, qui déterminent l'amplitude de pression du signal acoustique [2]. Cette amplitude peut ainsi varier de plusieurs ordres de grandeur, pour des bulles de même taille, selon leur mécanisme de formation. Cette étude a été menée selon deux mécanismes de formation de bulles, isolées, de rayon compris entre 0.1 et 2 mm.

De telles études autour de l'acoustique des bulles, en plus de leur intérêt fondamental, peuvent se révéler riches d'enseignements dans différents domaines, comme en géosciences par exemple avec le suivi des échanges gazeux à la surface des rivières [3], ou encore les fuites de gaz issu de volcans sous-marins [4].

Dans ce contexte, le sujet du stage consiste à poursuivre cette étude, selon deux axes principaux :

- examiner le cas de bulles plus grosses (typiquement centimétriques),
- étudier le signal acoustique et comprendre son origine dans le cas d'une colonne de bulles et non plus d'une bulle isolée, comme observé dans des situations réelles.

Le travail sera essentiellement expérimental, avec mesures acoustiques et vidéo (caméra rapide) synchronisées, traitement des données, et modélisation.

[1] M. Minnaert, Xvi. *On musical air-bubbles and the sounds of running water*, Lond. Edinb. Dubl. Philos. Mag. J. Sci. 16, 235 (1933).

[2] V. Gourmandie, J. Chauris, R. Fechter, V. Leroy, C. Derec and J. Pierre, *Origin of the sound produced by a detaching bubble*, Phys. Rev. Fluids 11, 073605 (2026).

[3] M. Klaus, E. Geibrink, E.R. Hotchkiss & J. Karlsson, *Listening to air–water gas exchange in running waters*, Limnology and Oceanography: Methods, 17, 395–414 (2019).

[4] B. Roche, P.R. White, J.M. Bull, T.G. Leighton, J. Li, C. Christie and J. Fone, *Methods of acoustic gas flux inversion – Investigation into the initial amplitude of bubble excitation*, J. Acoust. Soc. Am. 152, 799–806 (2022).