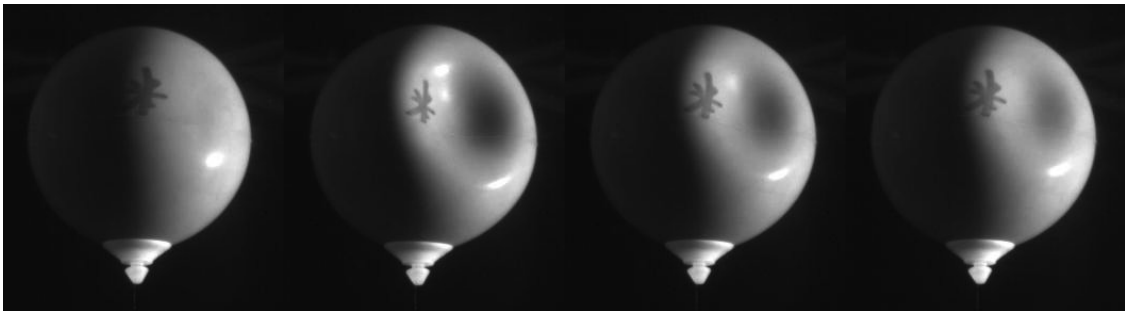


## Micro et macronageurs pilotables par ondes de pression

**Motivations** : Les micronageurs sont un sujet de recherche extrêmement actif depuis quelques années, à la fois d'un point de vue fondamental pour mieux cerner les problèmes de mobilité aux petites échelles, et d'un point de vue applicatif, par exemple dans une optique de délivrance ciblée de médicaments ou de conception de nouveaux microrobots pilotables.

Le stage proposé consiste en une étude fondamentale de candidats à la nage, afin de pouvoir élaborer à terme des micronageurs entièrement synthétiques, stables, robustes, actionnables à distance par des ondes de pression. Le principe de la nage envisagée réside dans la déformation périodique d'objets creux soumis à des oscillations de pression (Figure 1).

**Objectifs et réalisation** : Nous chercherons à développer un système de propulsion en couplant plusieurs sphères creuses permettant la propulsion dans différentes directions, en étudiant en particulier le couplage hydrodynamique entre ces sphères. Pour ceci, nous étudierons une maquette centimétrique, constituée de plusieurs balles élastiques creuses assemblées. Nous chercherons aussi à optimiser la nage d'une seule sphère, en étudiant les effets des propriétés viscoélastiques du matériau la constituant, notamment en étudiant le couplage avec l'onde de pression. Une autre piste de travail est l'étude de la propulsion dans un fluide viscoélastique.

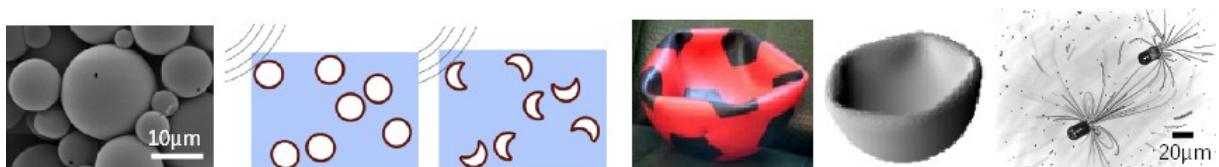


**Figure 1** : séquence de déformations (dégonflement brutal / regonflement progressif) d'une sphère élastique creuse soumise à des variations de pression du fluide environnant.

**Compétences:** Le stage implique : maîtriser et optimiser un dispositif expérimental ; goût pour l'observation et la manipulation fine ; savoir manipuler les concepts élémentaires d'hydrostatique, intégrer les notions d'élasticité basiques présidant à la déformation d'une coque mince (aucun pré-requis n'est demandé à ce niveau), maîtriser les différences entre écoulement inertiel et écoulement visqueux.

**Lieu du stage:** Le LIPhy est situé à Grenoble sur le Campus de Saint-Martin d'Hères. Il sera co-encadré par Gwennou Coupier (CNRS), Philippe Marmottant (CNRS), et Catherine Quilliet (Université de Grenoble).

**Mots-clés** : micronageurs, déformations de coques minces, hydrodynamique.



**Figure 2** (de gauche à droite) : candidats nageurs à l'échelle micronique ; schématisation d'une population de nageurs soumise à des oscillations de pression ; modèle à l'échelle centimétrique ; simulation numérique d'une enveloppe sphérique soumise à une pression extérieure ; écoulement lié à une oscillation de pression sur un candidat micronageur rigide, ici matérialisé par des traceurs.

Contact :

**Gwennou Coupier.** Mél: gwennou.coupier@ujf-grenoble.fr, Tél: 04 76 51 47 60

Lab. Interdisciplinaire de Physique, CNRS/ Université Joseph Fourier, Campus de Grenoble