



# Institut de physique

Actualités scientifiques

## Une coque élastique qui nage grâce à des ondes acoustiques

Février 2018

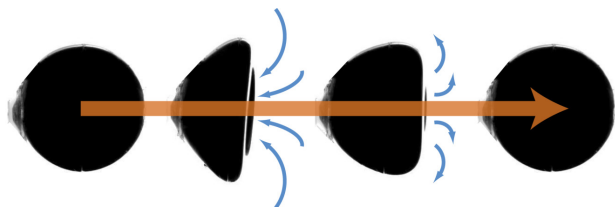
Des physiciens ont utilisé l'instabilité mécanique de flambage d'une simple coque sphérique mise sous pression pour la propulser efficacement dans un liquide, quelle qu'en soit sa viscosité. Ces résultats ouvrent potentiellement une nouvelle voie de conception de micro-robots nageurs.

La nage permet à un être vivant de se déplacer dans l'eau sans source extérieure d'énergie pour sa propulsion. À l'échelle microscopique, celle des cellules et des bactéries, l'inertie est faible et la viscosité domine, et nager demande de développer des stratégies de mouvement qui ne sont pas les mêmes qu'à l'échelle macroscopique ou à l'échelle humaine. Les amibes, qui nagent en imprimant à leur enveloppe entière des cycles complexes de déformation, en sont un exemple. Ainsi, imiter ces mouvements pour développer des micro-robots nageurs nécessite de pouvoir contrôler, le plus souvent de façon multiple, des mouvements de déformation complexes. En utilisant une onde acoustique, qui est une source d'énergie externe facilement convertible en énergie de propulsion, des chercheurs du Laboratoire interdisciplinaire de physique (CNRS/UGA) et du Laboratoire des écoulements géophysiques et industriels (CNRS/UGA/Grenoble INP) ont testé le mouvement par des

déformations de flambage d'une coque sphérique, mouvement dont le contrôle se fait alors par la seule pression.

Pour cela, les chercheurs ont considéré des sphères élastiques creuses de taille centimétrique et étudié leur déformation en réaction à des variations de pression, ainsi que le mouvement de nage qui en résultait. Ces coques en élastomère ont été plongées dans des liquides de viscosité allant de 1 à 10 000 fois celle de l'eau, afin de reproduire différents régimes d'écoulement. Soumises à des surpressions allant jusqu'à une atmosphère, les coques deviennent instables et se déforment brutalement, induisant une avancée dans le liquide. Quand la pression diminue, la déformation inverse suit un autre chemin et est plus lente : le recul résultant ne vient pas annuler l'avancée. Les principaux régimes de déformation et de déplacement ont été modélisés, ce qui permet de projeter ce que serait le déplacement d'une coque de taille micrométrique qui pour nager serait soumise au champ de pression haute fréquence produit par des ultrasons.

Ces résultats ouvrent ainsi potentiellement une nouvelle voie de conception de micro-robots nageurs. Une application majeure de ces micro-robots serait d'utiliser la circulation sanguine pour transporter jusqu'à leur cible des médicaments dans le corps humain, ce qui permettrait d'augmenter leur efficacité et de limiter les effets secondaires. En particulier, le modèle développé dans cette étude montre que les pressions nécessaires au mouvement sont compatibles avec une utilisation pour l'être humain et pourraient être fournies par de simples appareils échographiques – appareils largement répandus dans le milieu hospitalier.



Reconstitution des principales étapes de déformation et de mouvement. © A. Djellouli et G. Couplier, LIPhy (CNRS/Univ. Grenoble Alpes)

### En savoir plus

[Buckling instability causes inertial thrust for spherical swimmers at all scales](#)

A. Djellouli, P. Marmottant, H. Djeridi, C. Quilliet et G. Couplier

*Physical Review Letters* (2017), doi:10.1103/PhysRevLett.119.224501

Lire l'article sur la base d'archives ouvertes [ArXiv](#)

### Contacts chercheurs

**Philippe Marmottant**, directeur de recherche CNRS

**Gwennou Couplier**, chercheur CNRS

### Informations complémentaires

**Laboratoire interdisciplinaire de physique** (LIPhy, CNRS/Univ. Grenoble Alpes)

**Laboratoire des écoulements géophysiques et industriels** (LEGI, CNRS/Univ. Grenoble Alpes/Grenoble INP)

cnrs

www.cnrs.fr

Institut de Physique

CNRS - Campus Gérard Mégie  
3 rue Michel-Ange, 75794 Paris Cedex 16

T 01 44 96 42 53

inp.com@cnrs.fr

www.cnrs.fr/inp