

Validation expérimentale de la natation à faible nombre de Reynolds *

1 Contexte

Les microorganismes (bactéries, micro-algues, etc.) font preuves de stratégies d'adaptation étonnantes qui assurent leur survie. L'étude de leur mécanisme de nage est liée à de nombreuses applications. Par exemple, mieux comprendre le mouvement des bactéries peut permettre de prévoir leurs besoins et de favoriser leur développement ou au contraire le freiner dans le cas de lutttes contre les maladies.

La natation de certains microorganismes est fascinante et très différente de celle que l'on connaît à l'échelle macroscopique. Un fluide à faible *nombre de Reynolds* est caractérisé par des forces de viscosité prédominantes devant les forces d'inertie. Par analogie, le mécanisme de nage dans un milieu à faible nombre de Reynolds d'un microorganisme correspondrait à celui d'un humain dans une piscine de miel très visqueux [3].

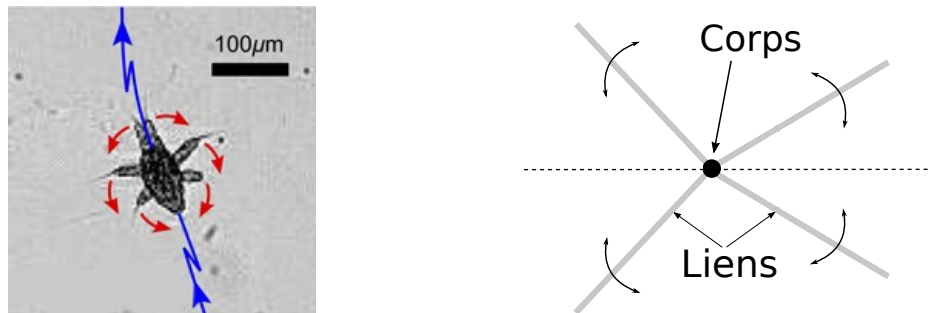


FIGURE 1 – (gauche) Observation d'un plancton animal : le Copépode. (droite) Schéma correspondant à un nageur à deux paires de liens symétriques.

De nombreux travaux théoriques ont permis d'élaborer des modèles de nage [2]. Ces modèles ont été étudiés mathématiquement pour comprendre les différents mécanismes de nage et des prototypes de nageurs ont déjà été conçus pour valider les modèles théoriques [1].

mots-clefs : Impression 3D, Natation à faible nombre de Reynolds, Prototypage, Carte programmable.

2 Problématique

Ce projet concerne l'élaboration d'un prototype de nageur, le Copépode, évoluant dans un fluide *plan* à faible nombre de Reynolds. Le prototype, à géométrie simple, sera conçu à l'échelle macroscopique en utilisant la technologie d'impression 3D. Il sera motorisé et contrôlé par carte programmable. Le caractère faible nombre de Reynolds sera simulé en utilisant un fluide comme la glycérine qui est très visqueuse. Plus précisément, le projet peut être divisé en trois parties :

- *Réflexions* : Le nageur est constitué d'un corps sur lequel viennent se greffer quatre liens définissant les bras (Fig.1). Géométrie? Parties immergées? Degrés de liberté? Position des moteurs? Contraintes de connexions? etc.
- *Conception numérique du prototype* : Préalablement défini par un logiciel de CAO, le prototype devra être fabriqué par impression 3D.
- *Communication/Programmation* : Une carte programmable, type *Arduino*, devra permettre de communiquer au prototype une séquence de mouvements de ses bras.

Références

- [1] B. Bonnard, M. Monique, J. Rouot and D. Takagi, Sub-Riemannian geometry, Hamiltonian dynamics, micro-swimmers, Copepod nauplii and Copepod robot, submitted 2018, <http://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01653901v2/document>
- [2] S. Childress, Mechanics of swimming and flying. Vol. 2. *Cambridge University Press* (1981)
- [3] E.M. Purcell, Life at low Reynolds number, *Am. J. Phys.* **45** (1977) 3–11.

*jeremy.rouot@epf.fr