

Locomotion flagellaire de micro-organismes

Jessie LEVILLAIN, CMAP, Polytechnique - Palaiseau

De nombreuses modélisations simples tentent d'expliquer la locomotion de micro-organismes qui évoluent dans un fluide. En effet, la compréhension de ces systèmes est cruciale pour de nombreux domaines des sciences, et en particulier en biologie, car des organismes tels que les bactéries, les spermatozoïdes ou les micro-algues sont à l'origine de la vie.

Cependant, à cause de leur taille réduite, les micro-nageurs se retrouvent dans une configuration à bas nombre de Reynolds, où l'inertie est négligeable par rapport aux effets visqueux du fluide et où les écoulements deviennent réversibles. Si ces organismes emploient des stratégies variées pour parvenir à nager, une grande partie d'entre eux utilisent néanmoins un ou plusieurs flagelles pour se mouvoir. Nous explorons ici sur des modèles de nageurs très simplifiés qui pourraient permettre de mieux comprendre le fonctionnement des flagelles.

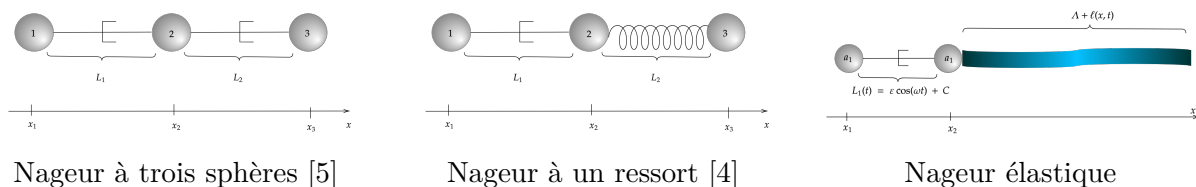


TABLE 1 – Modèles simples de micro nageurs.

Un des premiers modèles simples a été proposé dans [5], où le nageur est composé de trois sphères reliées par des bras rigides mais extensibles, comme illustré en figure 1. Ce modèle a ensuite été étendu à un nageur doté d'un ressort dans [4]. Nous proposons ensuite un système obtenu par passage à la limite d'un nombre infini de ressorts de plus en plus petits [2]. Cependant, nous avons observé que l'onde qui se propage dans le flagelle s'amortit très rapidement.

Une observation similaire a également été faite par Machin [3], qui démontre que l'oscillation observée le long d'un flagelle de spermatozoïde n'est possible qu'en présence d'un mécanisme actif interne au système prédisant le rôle des moteurs moléculaires qui activent le flagelle [1].

- [1] F. Jülicher. *Force and motion generation of molecular motors : A generic description*. p. 46–74. doi :10.1007/bfb0104221.
- [2] J. Levillain. *Etude de modèles simples de micro nageurs*. Rapport de stage de Master 2 encadré par François Alouges et Aline Lefebvre-Lepot, 2021.
- [3] K. E. MACHIN. *Wave Propagation along Flagella*. *Journal of Experimental Biology*, **35(4)**, 796–806, 1958. doi :10.1242/jeb.35.4.796.
- [4] A. Montino, A. DeSimone. *Three-sphere low-reynolds-number swimmer with a passive elastic arm*. *The European Physical Journal E*, **38**, 1–10, 2015.
- [5] A. Najafi, R. Golestanian. *Simple swimmer at low reynolds number : Three linked spheres*. *Phys. Rev. E*, **69**, 062901, 2004. doi :10.1103/PhysRevE.69.062901.