



## Optimisation de forme pour la résistance hydrodynamique en régime de Stokes

Kenta ISHIMOTO, RIMS, Kyoto University - Kyoto Clément MOREAU, RIMS, Kyoto University - Kyoto Yannick PRIVAT, IRMA - Strasbourg

L'écoulement de Stokes caractérise le comportement d'un fluide pour lequel les effets de viscosité prédominent sur les effets inertiels (bas nombre de Reynolds), ce qui est typiquement le cas pour les micro-nageurs (micro-organismes et micro-robots). Dans ce régime, il existe une relation linéaire entre le mouvement d'un corps dans le fluide et les forces et moments qui s'exercent sur lui. Cette relation est matérialisée par le tenseur de grande résistance (GRT), qui a la particularité de ne dépendre que de la forme de l'objet et non de l'écoulement considéré.

Ainsi, le tenseur de grande résistance encode toute l'information hydrodynamique sur la forme de l'objet, et il est donc pertinent de s'intéresser au problème d'optimisation de forme associé à un ou plusieurs des coefficients du GRT. La résolution de ce problème, partiellement abordée mais pas de façon générale [1, 2], permet de trouver la forme qui oppose la résistance minimale à une force hydrodynamique appliquée dans une certaine direction, ou encore celle qui offre une transmission maximale entre couple et translation, offrant ainsi des applications à l'étude de la forme des micronageurs biologiques ou au design optimal de micro-robots.

Dans cet exposé, on établira le cadre permettant d'étudier ce problème d'optimisation, basé sur le calcul des variations de domaine de Hadamard [3], puis on présentera le calcul de la dérivée de forme, qui dépend, pour un coefficient donné du GRT, de deux problèmes de Stokes avec des conditions au bord bien choisies. On introduira ensuite un algorithme d'optimisation ad hoc et on décrira son implémentation numérique, avant de présenter quelques résultats numériques sur les formes optimales.

## Références

- [1] PIRONNEAU, O. On optimum profiles in Stokes flow.. Journal of Fluid Mechanics, 1973, vol. 59, no 1, pp. 117-128.
- [2] WALKER, S. & KEAVENY, E. Analysis of shape optimization for magnetic microswimmers. SIAM Journal on Control and Optimization, 2013, vol. 51, no 4, pp. 3093-3126.
- [3] HENROT, A. & PIERRE, M. Shape variation and optimization. EMS Tracts in Mathematics, vol. 28. European Mathematical Society (EMS), 2018.