

Projet de spécialité calcul scientifique ENSIMAG 2A

Nager dans du miel : la dure vie d'un micro-organisme.

Emmanuel Maitre et Christophe Picard

12 avril 2013

Problème. Le problème de la nage optimale est crucial pour nombre d'êtres vivants et de robots : micro-organismes, poissons, ... Le cas des micro-organismes est assez particulier parce que leur taille leur fait ressentir le fluide qui les entoure comme beaucoup plus visqueux. Ainsi un micro-organisme nageant dans un milieu acqueux correspond à un humain, ou un gros poisson, nageant dans du miel. Les techniques de nage ne sont donc pas du tout les mêmes que celles auxquelles nous sommes habitués.

Des chercheurs ont donc essayé de comprendre quels étaient les mécanismes permettant d'optimiser une nage à cette échelle (voir références). Le fluide peut être considéré dans ce régime comme vérifiant les équations de Stokes que nous avons abordées en cours. Un théorème (dit théorème de la coquille Saint-Jacques) stipule que dans un tel fluide, un mouvement réciproque (comme la coquille qui s'ouvre et se ferme) ne peut pas mener à un déplacement. Si la coquille Saint-Jacques se déplace, c'est qu'elle est assez grosse pour que le fluide ne lui apparaisse plus comme très visqueux.

Les chercheurs ont alors essayé d'étudier des nageurs élémentaires à deux degrés de liberté (trois disques alignés dont les distances varient, ou deux disques à distance fixe mais à rayons variables) et ont montré qu'ils pouvaient nager, et qu'on pouvait déterminer leur mouvement pour que cette nage soit optimale.

Le sujet proposé consiste à comprendre cette problématique à la lecture des références ci-dessous et de toute autre source glânée sur internet, puis à implémenter un nageur (par exemple le nageur à 3 corps) sur l'un des logiciels vus cette année en TP, pour simuler son déplacement. On pourra aussi proposer d'autres variantes de nageur et comparer leur efficacité.

Documents.

E. M. Purcell, Life at low Reynolds number, American Journal of Physics vol 45, pages 3-11, 1977. Disponible sur

http://jilawww.colorado.edu/perkinsgroup/Purcell_life_at_low_reynolds_number.pdf

A. Najafi et R. Golestanian, Simple swimmer at low Reynolds number : Three linked spheres, Phys. Rev. E 69, 062901 (2004)

F. Alouges, A. Lefebvre et A. DeSimone, Swimming at low Reynolds number at optimal strokes : An example, J. of Nonlinear Sci. 18 (2008), no. 3, 277-302