Effets de la nage en groupe sur la résistance à l'avancement en natation

Rémi Carmigniani (ENPC), Frédérique Larrarte (Univ Gustave Eiffel) & Christophe Clanet (Ecole polytechnique)
Contact : remi.carmigniani@enpc.fr

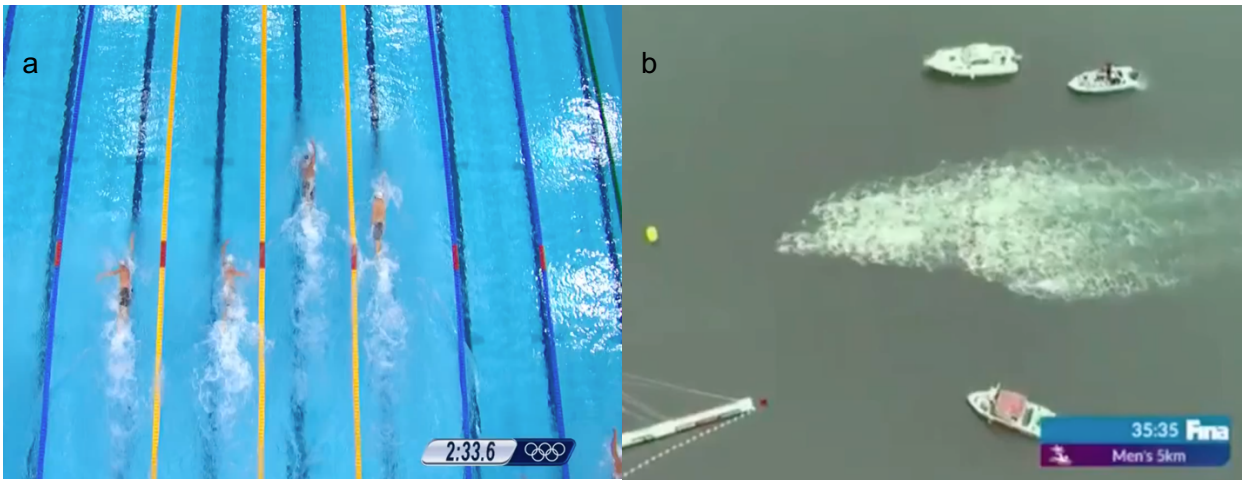

Figure 1 : (a) course en bassin (b) Eau libre nage en pelotons

Contexte et description du sujet :

Dans le cadre de la natation course, les nageurs sont amenés à interargir entre eux. Cette interaction peut être bénéfique (réduction des efforts fournis en comparaison à la nage en situation isolée) ou néfaste. Les athlètes peuvent jouer sur ce phénomène pour pénaliser un poursuivant ou le doubler plus facilement.

Des études précédentes [1-8] ont déjà mis en évidence ce phénomène appelé *drafting*. Il ne se limite pas à la natation. On le retrouve en cyclisme, patinage de vitesse, ski, course à pieds, automobile… La particularité de la natation est la présence d'une interface (la surface libre) qui est affectée par un champ de vagues.

Des études en biomécanique [1-3] ont déjà prouvé le bénéfice pour les nageurs. Millet et al. (2000)[1] ont regardé l'effet de la fréquence des battements de pieds sur l'interaction de deux nageurs de triathlon en ligne ($\theta=\pi/2$ sur la figure 2) et ont conclu que la fréquence n'entraînait pas de différence notable sur le drafting (diminution de résistance, de consommation d'énergie) pour les deux fréquences de battements testées. Ils ont par contre trouvé que les nageurs avec les plus hautes resistances passives (sans mouvement) à l'avancement choisissaient de nager plus près des nageurs qu'ils suivaient. Chatard et al. (2003) [2] et Janssen et al. (2009) [3] ont regardé l'interaction de deux nageurs dans un canal. Dans les deux études, deux positions ont été considérées (en ligne et avec une séparation latérale fixe, r cos θ = cte sur la figure 2). Ces deux études mettent en évidence l'impact de la configuration sur l'interaction entre les nageurs mais le nombre de configurations reste limité. Il ressort néanmoins que le gain est lié à la mesure de résistance passive des nageurs. Plus récemment, Westerweel et al. (2016) [4] ont regardé l'interaction entre deux modèles réduits de nageurs et ont mis en évidence des zones à éviter quand un nageur cherche à doubler. Une étude numérique limitée à un écoulement potentiel a aussi regardé cet effet mais limité à la résistance de vagues qui n'est pas la seule composante de la résistance des nageurs [5]. Par ailleurs, l'effet des lignes d'eau sur la résistance à l'avancement et le drafting reste à explorer.

Ce projet de postdoctorat est découpé en deux phases. Dans la première partie, l'étude s'intéressera au cas de la nage en eau libre. Dans ce cas, les nageurs ne sont pas séparés par des lignes d'eau et nagent en « peloton » de façon similaire aux courses de vélos, mais sans organisation ou hiérarchie particulière. Ce postdoc visera à accroitre les connaissances sur la résistance passive de nage (sans mouvement) de modèles réduits de nageurs dans différentes formations. L'objectif est de fournir une cartographie des zones bénéfiques et néfastes sur la résistance de nage dans le cas de deux nageurs. Deux configurations de pelotons seront ensuite considérées. L'effet des coups de bras et des battements pourraient être explorés.

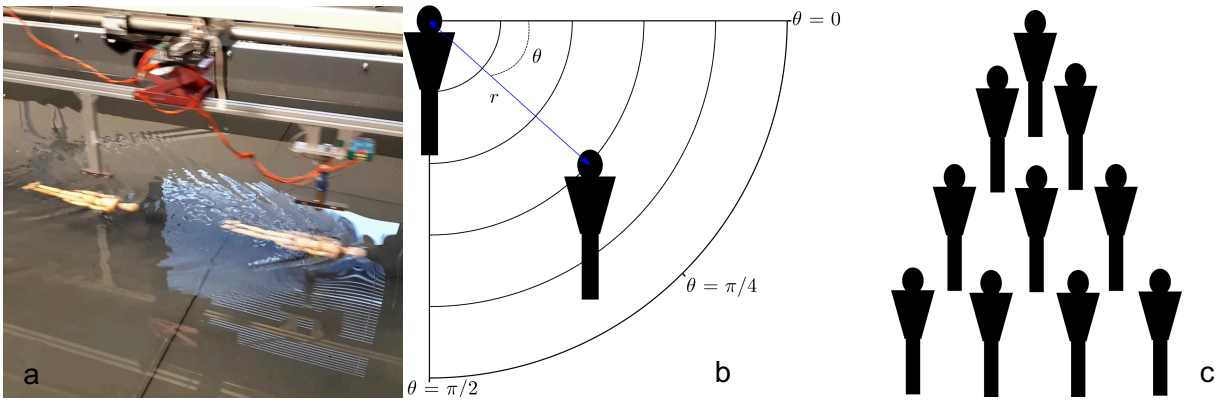

Figure 2 : a) Expérience de drafting en ligne avec des mannequins en bois, b) notations des positions pour deux nageurs, c) pelotons de nageurs.

Dans la deuxième partie, nous nous intéresserons à l'effet des lignes d'eau sur la résistance de nage d'abord en nage seule, puis en présence d'un concurrent. Comme pour la première partie il s'agit ici de mettre en évidence les zones bénéfiques et néfastes au drafting.

Ce projet s'effectuera dans le cadre du programme **SCIENCES[2024]**, liant recherche académique et sportifs des équipes de France en vue des Jeux Olympiques et Paralympiques de Paris 2024, et de **l'ANR NePTUNE**. Le postdoc impliquera donc des interactions régulières avec les fédérations de Natation et Handisport. Le postdoc durera un an renouvelable une fois.

Mots-clés : natation, drafting, résistance à l'avancement, vagues, mécanique des fluides expérimentale

Chercheurs impliqués :

Rémi Carmigniani, LHSV, remi.carmigniani@enpc.fr
Frédérique Larrarte, LHSV, frederique.larrarte@ifsttar.fr
Christophe Clanet, LadHyX, clanet@ladhyx.polytechnique.fr

Description du laboratoire :

Le postdoc se déroulera entre le LadHyX de l'Ecole polytechnique à Palaiseau et le LHSV à Chatou.

Compétences requises :

Le candidat devra avoir une solide formation en mécanique des fluides, et une (ou des) expérience (s) en recherche expérimentale en laboratoire. Des connaissances en électronique/biomécaniques/physiologie et des notions d'usinage seraient un plus. Une bonne maitrise de l'anglais est nécessaire.

Date de début et durée : au plus tard le 1er juillet 2020 et pour un an renouvelable une fois.

Financement garanti : oui via ANR NePTUNE

Contact : envoyer un CV remi.carmigniani@enpc.fr

Références :

[1] Millet, Chollet et Chatard, Effects of drafting behind a two- or a six-beat kick swimmer in elite female triathletes, *Eur J Appl Physiol* (2000) 82: 465-471
[2] Chatard JC, Wilson B. (2003). Drafting distance in swimming. *Med Sci Sports Exerc.* 35(7):1176-81.
[3] Janssen M, Wilson BD, Toussaint HM. (2009). Effects of drafting on hydrodynamic and metabolic responses in front crawl swimming*. Med Sci Sports Exerc.* 41(4):837-843.
[4] Westerweel, J., Aslan, K., Pennings, P., and Yilmaz, B. (2016). *Advantage of a lead swimmer in drafting* http://arxiv.org/abs/1610.10082.
[5] Yuan, Zhi-Ming, Mingxin Li, Chun-Yan Ji, Liang Li, Laibing Jia, and Atilla Incecik. "Steady hydrodynamic interaction between human swimmers." *Journal of the Royal Society Interface* 16, no. 150 (2019): 20180768.
[6] Bassett DR, Flohr J, Duey WJ, Howley ET, Pein RL. (1991). Metabolic responses to drafting during front crawl swimming. Med Sci Sports Exerc. 23(6):744-747.
[7] Chollet D, Hue O, Auclair F, Millet G, Chatard JC. (2000). The effects of drafting on stroking variations during swimming in elite male triathletes. Eur J Appl Physiol. 82(5-6):413-7.
[8] Chatard JC, Chollet D, Millet G. (1998). Performance and drag during drafting swimming in highly trained triathletes. Med Sci Sports Exerc. 30(8):1276-80.