

Fiche projet stage Master 2 ou étudiant Ingénieur

Mots-clés : biomécanique, mesures physiques, analyse de la performance sportive, natation

Responsables du sujet : Mathias Samson, Anthony Bernard

E-mail: mathias.samson@univ-poitiers.fr, anthony.bernard@univ-poitiers.fr

Durée du Stage : 5-6 mois. Stage rémunéré.

Intitulé du projet	ETUDE EXPERIMENTALE DES RESISTANCES DE VAGUE CREEES PAR UN « MANNEQUIN NAGEUR », A DIFFERENTES VITESSES ET PROFONDEURS		
Début	Février ou Mars 2025	Fin	Juillet ou Aout 2025

Contexte :

La natation course est une discipline olympique dont l'objectif est de nager le plus rapidement possible sur une distance donnée. Dans ce cadre, les nageurs doivent simultanément générer le plus de force propulsive tout en diminuant les résistances à l'avancement. Ces forces sont uniquement créées par les déplacements des segments des nageurs. Dans ce contexte, l'étude des forces propulsives et résistives devient un enjeu fondamental dans la perspective d'optimisation des performances, d'autant plus à l'heure actuelle où les médailles se gagnent à quelques centièmes de seconde, comme nous avons pu le constater lors de ces derniers jeux Olympiques de Paris 2024. Cependant, l'étude de ces forces hydrodynamiques n'est pas aisée, notamment dans le cadre spécifique des bassins d'entraînement. Premièrement parce que les nageurs ont souvent peu de disponibilité, et deuxièmement parce qu'il est difficile d'équiper les sportifs pour effectuer des mesures dans le milieu aquatique. Une autre solution est alors de concevoir, en laboratoire de recherche, un dispositif permettant de reproduire des gestes se rapprochant de ceux des nageurs de haut-niveau, et de les étudier à partir de dispositifs de mesures cinématiques et dynamiques. C'est dans ce cadre que se situe ce projet : faire varier paramétriquement la cinématique d'un « mannequin nageur » et analyser les effets sur l'écoulement à partir d'outils de mesure adaptés. Cette singularité, permises par les outils de mesure très développés de l'Institut prime, permet une recherche de qualité et très originale dans le paysage mondial de la recherche en activités aquatiques.

Objectifs

L'objectif de ce projet de recherche est d'étudier les ondes de surface et les efforts autour d'un mannequin nageur, dans un bassin d'eau pour différentes profondeurs et vitesses d'avance du mannequin. La finalité est de comprendre les mécanismes mis en jeu à l'interface eau-air, et le rôle de la vitesse et de la profondeur du mannequin sur les vagues générées.

Descriptif

Un des objectifs de l'équipe RoBioSS (Robotique, Biomécanique, Sport et Santé), est d'étudier les déterminants biomécaniques de la performance sportive. Dans ce cadre, des études sur des nageurs experts ont été menées depuis plus de 10 ans, en lien avec la Fédération française de Natation.

Une thèse a déjà été réalisée sur le sujet, par l'enseignant chercheur Mathias SAMSON (2012-2016 « Étude expérimentale et numérique, en écoulement instationnaire, du trajet des bras en crawl à différentes allures de nage »). Un Programme Investissements d'Avenir (PIA D-Day), porté par l'Université de Poitiers et dont l'équipe RoBioSS fait partie, est en cours pour accompagner les nageurs de l'équipe de France aux JO de Paris en 2024.

Une deuxième thèse, qui a débuté en octobre 2022, est actuellement en cours sur le sujet, (Raphaël Guignabel « Analyse expérimentale des forces propulsives et résistives en natation à partir d'un dispositif robotisé simulant le geste d'un nageur »). Plusieurs publications ont déjà été faites sur le sujet (Samson et al., 2015 ; Guignabel et al., 2022).

Un dispositif a déjà été conçu afin de mesurer les forces résistives et propulsives (Figure 1). Le système mannequin articulé, fixé sur le chariot de traction du bassin, est conçu à partir d'un moto-réducteur, intégré au sein du mannequin. Un système de transmission poulie-courroie permet de faire pivoter le bras à partir de son axe d'épaule pour produire des mouvements de nage. L'ensemble du dispositif est totalement étanche. Il peut donc être tracté à différentes vitesses dans le canal.

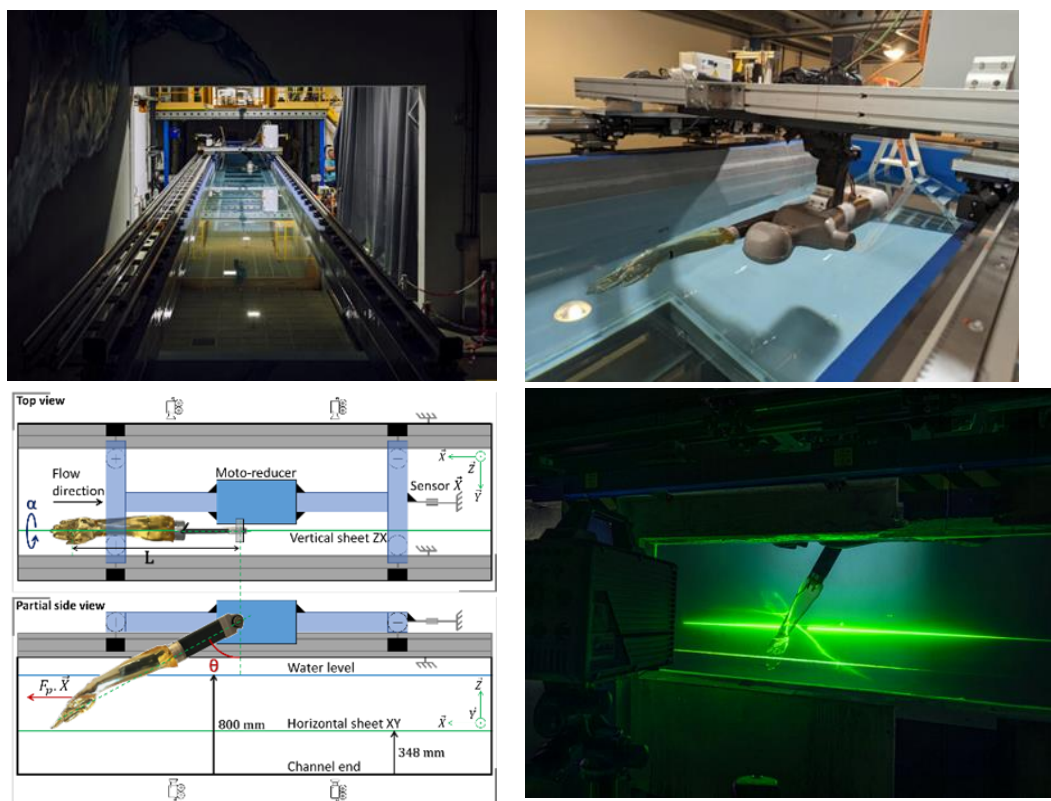


Figure 1 : Dispositif de mesure de forces propulsives et résistives déjà réalisées à l'Institut Pprime, à partir d'un autre dispositif robotisé.

Dispositif expérimental :

Le stagiaire effectuera des mesures couplées capteur de force – mesure de hauteur. Les capteurs de force serviront à mesurer la force résistive globale du mannequin tracté dans le canal, à différentes vitesses et profondeurs (donc différents nombres de Froude). La hauteur d'eau des vagues générées lors du déplacement du mannequin sera mesurée soit par des capteurs acoustiques, soit par une technique de stéréo-réfraction. Enfin, des visualisations du sillage permettront de caractériser qualitativement le sillage et la position de la vague d'étrave. Les résultats de cette étude pourront être comparés à d'autres qui ont été déjà faites sur le sujet, avec des méthodologies différentes (Vennel et al., 2006 ; Takagi et al., 2014).

Compétences attendues :

L'étudiant devra posséder :

- Des compétences en instrumentation : mise en place du dispositif, acquisition et traitement des données ;
- Des connaissances en mécanique, électronique et traitement du signal ;
- Une sensibilité aux questions relatives au mouvement humain ;
- De l'autonomie, des capacités de travail en équipe et un bon sens de l'organisation ;
- Maîtriser les outils de programmation Matlab et C++

Encadrants :

Mathias Samson, McF, RoBioSS, département GMSC, Institut PPRIME

Anthony Bernard, IR CNRS, département FTC, Institut PPRIME

Raphaël Guignabel, Doctorant, RoBioSS, département GMSC, Institut PPRIME

Publications et congrès liées à ce projet :

Guignabel, R., Eon, A., Arnaud, D., Achraf, O., & Samson, M. (2022). Parametric study of propulsive forces in front crawl swimming. [Abstract]. *CMBBE*, 25(sup1), 134-136, doi:10.1080/10255842.2022.2116885.

Samson, M., Monnet, T., Bernard, A., Lacouture, P., David, L., 2015. Kinematic hand parameters in front crawl at different paces of swimming. *Journal of Biomechanics* 48, 3743-3750.

Takagi H., Nakashima M., Ozaki T., and Matsuuchi K. Unsteady hydrodynamic forces acting on a robotic arm and its flow field: application to the crawl stroke. *Journal of Biomechanics*, 47(6):1401–1408, 4 2014. ISSN 1873-2380. doi: 10.1016/j.jbiomech.2014.01.046.

Vennell R., Pease D., Wilson B. Wave drag on human swimmers. *Journal of Biomechanics* 39 (2006) 664–671.