

Force de portance à proximité de microreliefs asymétriques : Vers des surfaces anti-thrombogènes des dispositifs cardiovasculaires ?

Stage de Master 2 (2027) avec possibilité de poursuite en Thèse · Ecole Doctorale/projet ERC SURFACE · Montpellier

Contexte — Éviter la formation de caillots sur les dispositifs implantés (valves, cœurs artificiels, stents...) reste un défi médical majeur. Deux approches dominent : modifier chimiquement les revêtements pour réduire l'adhérence des protéines et des plaquettes, ou optimiser la forme des dispositifs pour limiter les turbulences. Toutes deux négligent les phénomènes microscopiques — mouvement des plaquettes près des parois (Fig 1A), polymérisation sous écoulement des macromolécules de la cascade de coagulation (comme le facteur de Willebrand, vWF). Nos travaux récents suggèrent qu'une microstructuration asymétrique des parois pourrait repousser hydrodynamiquement les plaquettes et inhiber la formation de thrombus (Fig 1A&C). Une telle force de portance est loin d'être intuitive : aux bas nombres de Reynolds qui gouvernent ces écoulements, la réversibilité de Stokes interdit toute portance nette au-dessus d'un relief symétrique. C'est la rupture de symétrie du microrelief qui autorise l'apparition d'une force transverse — un mécanisme dont l'origine reste mal comprise, notamment les interactions entre globules rouges, vWF et plaquettes. Le projet vise à produire les données et connaissances manquantes pour valider cette preuve de concept, en comprendre l'origine et, à terme, développer des dispositifs implantables non thrombogènes pour applications cardiovasculaires.

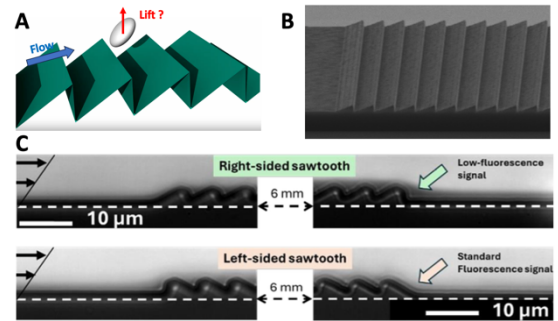


Fig1 :A. Simulations (C. Raveau, thèse 2026, IMAG) d'une particule ellipsoïdale. B. Microreliefs obtenus par polymérisation à deux photons. C. Suspension de microbilles fluorescentes s'écoulant le long de parois texturées 2D ; gauche : amont des microreliefs, droite : aval. La baisse de fluorescence illustre la répulsion des billes par la paroi, comparée selon l'orientation des structures.

Le stage — En collaboration avec l'effort de simulation de l'équipe de Franck Nicoud (IMAG), vous développerez une brique métrologique aujourd'hui manquante : des microsurfaces texturées intégrables (Fig 1B) dans une puce microfluidique, afin de produire des écoulements de particules microscopiques sphériques et ellipsoïdales pour quantifier finement les forces hydrodynamiques due à l'écoulement en modifiant les caractéristiques du microrelief. Avec l'aide de notre ingénieur d'équipe Rémy Fulcrand, vous participerez à la conception, à la microfabrication de ces surfaces et à leur caractérisation. Vous vous familiariserez avec les expériences de microfluidique.

La thèse — Ce stage ouvre sur une thèse au CBS, co-encadrée par Manouk Abkarian et Rémy Fulcrand, débutant à l'automne 2027 et financée par le projet ERC déposé ou par une bourse à obtenir à l'école doctorale I2S de Montpellier. Vous intégrerez ces structures dans des canaux afin de réaliser des expériences avec des particules entourées de sang total et in fine avec de véritables plaquettes humaines afin de déterminer le rôle anti-thrombotique de l'asymétrie. Vous chercherez à comprendre l'origine physique de cette force en utilisant des approches de microscopie, de pinces optiques et d'AFM, en fonction des différentes variables du problème (forces de l'écoulement, angle d'inclinaison de l'asymétrie, profondeur, taille des objets...) en confrontation directe avec les simulations de l'IMAG.

Profil recherché — Solide formation en physique, ingénierie, mécanique des fluides, matière molle, biophysique ou discipline connexe. Le projet conviendra aux candidat·e·s attiré·e·s par les écoulements expérimentaux cellulaires complexes, la microfluidique et la microscopie quantitative. Master ou équivalent requis, avec de bonnes compétences pratiques, de la curiosité scientifique et le goût du travail pluridisciplinaire.

Cadre — Lieu : CBS, Montpellier · **Durée** : 5–6 mois à partir du printemps 2027 · **Gratification** légale de stage · **Encadrement** : Manouk Abkarian & Rémy Fulcrand, en lien avec l'équipe de simulation de Franck Nicoud (IMAG) **Environnement interdisciplinaire** (mécanique des fluides, biophysique, microfabrication) et écosystème montpellierain (Labex Numev, GR-Ex, École internationale d'hémophysique).

Candidature — CV, relevé de notes de M1 (et M2 si disponible), courte lettre de motivation et de recommandation à envoyer à **Manouk Abkarian** : Manouk.Abkarian@umontpellier.fr

Team website: www.physmechbio.com