

Modélisation de micro-filaments et convergence d'un modèle à N segments

François ALOUGES, Centre Borelli - Saclay
Clément MOREAU, CNRS, LS2N - Nantes
Aline LEFEVBRE-LEPOT, CNRS, Centre Borelli - Saclay
Jessie LEVILLAIN, CNES - Toulouse

Dans cet exposé, je présenterai un résultat récent sur la convergence et le caractère bien posé des équations gouvernant la dynamique d'une version discrétisée d'un filament flexible immergé dans un fluide à bas nombre de Reynolds.

La modélisation et la simulation de filaments flexibles constitue une question importante dans de nombreux problèmes liés à la microbiologie. L'équation dite « élastohydrodynamique » régissant le mouvement d'un filament continu, flexible et inextensible sont données par un système parabolique non linéaire d'équations aux dérivées partielles du quatrième ordre en espace. La difficulté d'analyser et de simuler ce système conduit à l'utilisation de modèles simplifiés. Un choix populaire parmi ces modèles est le modèle dit « N -link » [1], qui repose sur une discrétisation mécanique d'un filament continu en N segments rigides, avec des articulations élastiques.

Bien que la convergence du modèle N -link vers le filament continu quand N tend vers $+\infty$ puisse être observée numériquement [2], donner un sens rigoureux à cette convergence n'est pas trivial parce que les équations du modèle N -link ne correspondent pas directement à une approximation classique de l'EDP sous-jacente.

Ainsi, dans cette présentation, après avoir décrit les deux modèles, j'établirai l'existence et l'unicité des solutions pour le modèle N -link et prouverai la convergence de ces solutions vers les solutions de l'EDP élastohydrodynamique classique. Les preuves reposent principalement sur la dissipation d'énergie dans le système, ainsi que sur des arguments de compacité. On en déduit une preuve alternative de l'existence de solutions à l'EDP élastohydrodynamique, récemment établie par Mori & Ohm [3].

- [1] F. Alouges, A. DeSimone, L. Giraldi, M. Zoppello. *Self-propulsion of slender micro-swimmers by curvature control : N -link swimmers*. International Journal of Non-Linear Mechanics, **56**, 132–141, 2013.
- [2] C. Moreau, L. Giraldi, H. Gadêlha. *The asymptotic coarse-graining formulation of slender-rods, bio-filaments and flagella*. Journal of the Royal Society Interface, **15(144)**, 20180235, 2018.
- [3] Y. Mori, L. Ohm. *Well-posedness and applications of classical elastohydrodynamics for a swimming filament*. Nonlinearity, **36(3)**, 1799–1839, 2023.