

# Rhéologie de suspensions magnétiques actives

Benoit Vincenti<sup>1</sup>, Carine Douarche<sup>1,2</sup> & Eric Clément<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire PMMH - ESPCI

<sup>2</sup> Laboratoire de Physique des Solides - Orsay

benoit.vincenti@espci.fr

La présence de particules actives dans un fluide modifie sa rhéologie. Pour un cisaillement suffisamment faible, ce changement de rhéologie se caractérise par une augmentation (cas des nageurs *pullers*) ou une diminution (*pushers*, bactérie *Escherichia coli* par exemple) de la viscosité effective du fluide [1] [2] [3]. Ce comportement étant non seulement lié à l'activité des particules mais aussi à leur orientation moyenne relativement à l'écoulement, la situation où les particules actives sont orientables par un champ extérieur (magnétique ou électrique par exemple) est particulièrement intéressante.

Nous avons étudié la rhéologie de suspensions de particules actives et magnétiques en développant un modèle 3D de suspension diluée sous écoulement de cisaillement simple. À travers des simulations numériques implémentées sur ce modèle, nous montrons que, aussi bien pour des *pullers* que pour des *pushers*, l'application d'un champ magnétique induit une réponse de cisaillement de la suspension qui peut être décrite par une contrainte seuil de type Bingham, provenant uniquement de l'activité des particules. Selon la direction du champ magnétique par-rapport à l'écoulement de cisaillement imposé, cette contrainte seuil peut être soit positive (la suspension est alors dite dans un état *frein*) soit négative (état *moteur*). Nous discutons de l'émergence des différents régimes de contrainte et nous obtenons les lois d'échelle caractérisant la rhéologie en fonction des paramètres sans dimension du problème.

## Références

1. D. SAINTILLAN, The Dilute Rheology of Swimming Suspensions : A Simple Kinetic Model, *Experimental Mechanics*, **50**, 1275–1281 (2010).
2. J. GACHELIN *et al.*, Non-Newtonian Viscosity of *Escherichia coli* Suspensions, *Phys. Rev. Lett.*, **110**, 268103 (2013).
3. H. M. LOPEZ *et al.*, Turning Bacteria Suspensions into Superfluids, *Phys. Rev. Lett.*, **115**, 028301 (2015).
4. S. R. STRAND *et al.*, Dynamics and rheology of a dilute suspension of dipolar nonspherical particles in an external field : Part 1. Steady shear flows, *Rheol. Acta*, **31**, 94–117 (1992).
5. E. J. HINCH *et al.*, Constitutive equations in suspension mechanics. Part 1. General formulation, *J. Fluid Mech.*, **71**, 481–495 (1975).
6. E. J. HINCH *et al.*, Constitutive equations in suspension mechanics. Part 2. Approximate forms for a suspension of rigid particles affected by Brownian rotations, *J. Fluid Mech.*, **76**, 187–208 (1976).