

Master 2 & PhD project

Active colloidal liquids as topological insulators

L'objectif de ce stage et de cette thèse consistera à comprendre la dynamique de liquides colloïdaux dotés de propriétés topologiques similaires à celles des fluides quantiques de Hall. Cette thèse combinera expériences et théorie, et se situera à l'interface entre physique de la matière molle, physique de la matière condensée et physique statistique.

Contexte : Ces dix dernières années, deux branches déconnectées de la physique sont entrées en effervescence. La physique de la matière active a été dynamisée par la réalisation de particules synthétiques autpropulsées dont les interactions forment des liquides capables, par exemple, de s'écouler spontanément sans forçage [1], ou encore d'être turbulent à nombre de Reynolds nul. Parallèlement, le concept de phase dite topologique est sorti du cadre de la matière condensée pour envahir presque tous les domaines de la physique : de la photonique, à la mécanique en passant par l'acoustique et la physique des atomes froids. Une seule classe de système était protégée de cette physique topologique : les fluides. Nous avons levé cette protection cette année en montrant théoriquement que les fluctuations qui se propagent dans les liquides actifs peuvent présenter des propriétés topologiques exactement analogues à celles des ondes électroniques dans les fluides de Hall [2].

Objectif : En s'appuyant sur notre expertise expérimentale [1], nous proposons de réaliser des liquides actifs qui partagent deux propriétés non triviales des fluides de Hall : des modes de bords protégés topologiquement, illustrés dans la Figure 1, et une viscosité inhabituelle qui ne dissipe aucune énergie, prédite théoriquement mais jamais mise en évidence (Hall viscosity). Idéalement nous irons au delà de cette analogie en explorant la propagation des excitations non linéaires dans ces liquides actifs topologiques.

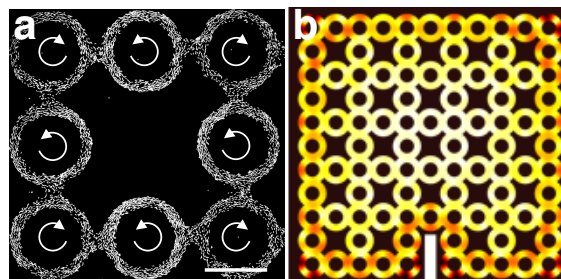


FIGURE 1 – **a.** Liquide actif colloïdal en écoulement dans un réseaux de canaux annulaires. Echelle : 1mm. Image : D. Bartolo et A. Morin **b.** Champ de concentration simulé pour un liquide actif en écoulement dans la même géométrie que dans **a.** Une onde de concentration protégée topologiquement et immunisée contre la diffusion se localise au bord de l'échantillon [2]

[1] **Emergence of macroscopic directed motion in populations of motile colloids**

A. Bricard, J.-B. Caussin, N. Desreumaux, O. Dauchot and D. Bartolo, *Nature* (2013)

[2] **Topological sound in active-liquid metamaterials**

A. Souslov, B. van Zuiden, D. Bartolo, and V. Vitelli *Nature Physics* (2017)

Contact: [Denis Bartolo](#)

Laboratoire de Physique de l'ENS de Lyon.

✉ denis.bartolo@ens-lyon.fr

🌐 <http://denis114.wordpress.com/>