Laboratory name :	LPTMC
CNRS identification code :	UMR7600
Internship director'surname :	Kurkjian
e-mail :	hadrien.kurkjian@gmail.com
Phone number :	+33 6 77 94 83 04
Web page :	https://www.lptmc.jussieu.fr/users/kurkjian
Internship location :	LPTMC, 4 place Jussieu, Paris
Thesis possibility after internship :	YES
Funding :	YES, on ANR grant

Hydrodynamique à deux fluides dans un gaz de fermions 2D

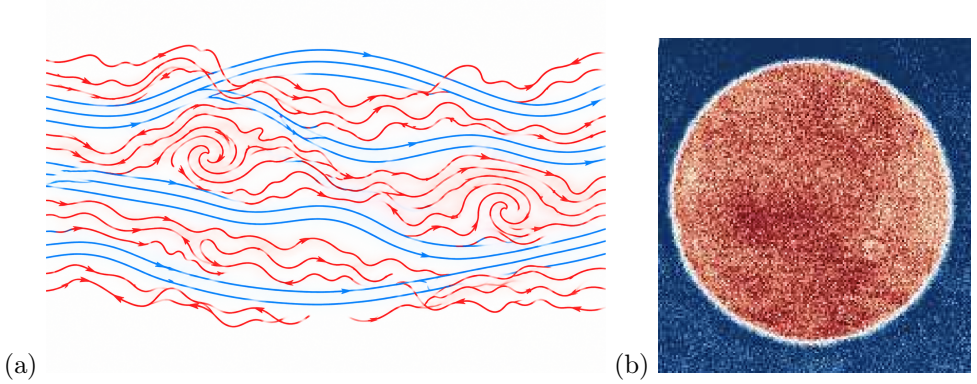
Directeur de stage : Hadrien Kurkjian[1]

[1]Laboratoire de Physique Théorique de la Matière Condensée, Sorbonne Université, CNRS, Paris, France

Le projet de ce stage théorique est d'étudier le comportement hydrodynamique d'un gaz de fermions 2D, tel qu'on sait en préparer avec des atomes ultrafroids. Dans sa phase superfluide, le gaz obéit à l'hydrodynamique à deux fluides (figure (a)), théorie qui couple le fluide normal (décrit par une équation de Boltzmann) à la phase du condensat (le champ de jauge associé à la brisure de symétrie U(1)). En plus du son habituel, l'hydrodynamique à deux fluides prédit un second son correspondant aux excitations de la vitesse relative du superfluide et du fluide normal. La vitesse et l'amortissement de ce second son sont en cours de mesure à Hambourg dans un gaz de ^{6}Li en forme de galette (*cf.* [1] et la figure (b)). L'amortissement dépend d'une viscosité de phase, différente de la viscosité de cisaillement de la phase normale, et pour laquelle on ne dispose d'aucune prédiction à 2D.

Ainsi, on utilisera la théorie des liquides de fermions pour calculer la viscosité de phase en fonction de la force des interactions, jusqu'au deuxième ordre en perturbation. Comme tous les coefficients de transport, la viscosité de phase est déterminée par les collisions entre excitations élémentaires, qui, dans un liquide de fermions, prennent la forme de quasiparticules fermioniques. Pour décrire les collisions entre quasiparticules, le ou la stagiaire pourra s'appuyer sur les travaux de l'équipe à 3D [2, 3], mais devra prendre en compte les spécificités du cas 2D, notamment la prédominance des collisions frontales (ayant angle d'incidence $\approx \pi$).

Les personnes intéressées doivent envoyer leur candidature à Hadrien Kurkjian (hadrien.kurkjian@cnrs.fr) avec un CV incluant les résultats de M1, et une brève lettre de motivation. Une ou deux lettres de recommandation seraient un plus.



(a) (b)

FIGURE 1 – (a) Mélange du fluide normal et du superfluide (b) Image en absorption d'un gaz de fermions bidimensionnel

Références

[1] K. Hueck, N. Luick, L. Sobirey, J. Siegl, T. Lompe, and H. Moritz, Phys. Rev. Lett. **120**, 060402 (2018).

[2] P.-L. Taillat and H. Kurkjian, Phys. Rev. Lett. **135**, 183402 (2025).

[3] P.-L. Taillat and H. Kurkjian, "A low-energy effective Hamiltonian for Landau quasiparticles: I. A unified theory of transport and superfluidity in Fermi liquids," scipost_202511_00051v2 (2025).