

Memory-based localisation of a classical wave-particle object in a disordered and periodic medium

Zoé Herson¹, Samuel Hidalgo Caballero¹, Yves Couder², Emmanuel Fort¹

¹ Institut Langevin, ESPCI Paris, Université PSL, CNRS, Paris, France

² Matières et Systèmes Complexes, Université Paris Cité, Paris, France

emmanuel.fort@espci.fr

La localisation d'Anderson est une transition conducteur-isolateur dans les matériaux désordonnés. Lorsque la température diminue, la dynamique des électrons passe du régime brownien classique, satisfaisant la loi d'Ohm, à celui d'un état localisé. L'effet trouve son origine dans l'augmentation de la longueur de cohérence de l'électron qui passe d'un comportement de type particule à un comportement de type onde. Pour un désordre suffisamment fort, les interférences dominent le transport de l'électron qui perd sa mobilité. Le même comportement est observé pour les ondes classiques telles que les ondes acoustiques ou électromagnétiques. Ici, nous voulons étudier le comportement de localisation sur des entités classiques présentant une forme de dualité non-quantique. Pour cela nous utilisons des "marcheurs" qui sont des gouttelettes autopropulsées rebondissant sur un bain vibré verticalement, guidées par l'onde qu'elles produisent à la surface du liquide [1]. Leur dynamique dépend des ondes émises lors des rebonds précédents qui interfèrent pour former une onde pilote. La rémanence des ondes émises successivement constitue une sorte de mémoire de la trajectoire du marcheur. Celle-ci peut être réglée en modifiant l'amplitude de l'excitation verticale. Elle détermine l'extension du paquet d'onde qui est joue un rôle analogue de la cohérence du paquet d'onde et détermine un comportement particulière ou ondulatoire pour le marcheur.

Nous présentons des expériences montrant le comportement de marcheurs dans des milieux au désordre contrôlé. Lorsqu'ils sont placés dans un environnement désordonné composé d'épingles immergées, les marcheurs ont une dynamique brownienne à faible mémoire mais ont tendance à ce localiser à mémoire plus élevée en formant des sortes d'auto-orbités observées dans d'autres expériences avec les marcheurs [2,3,4]. Les simulations confirment ce comportement expérimental de localisation à haute mémoire. Le coefficient de diffusion diminue régulièrement avec la mémoire. Ce comportement trouve des analogies intéressantes avec le phénomène de localisation pour les ondes classiques dans les milieux désordonnés mais également des spécificités inattendues induites par la dualité basée sur la mémoire.

Références

1. Y. COUDER, S. PROTIÈRE, E. FORT & A. BOUDAUD Walking and orbiting droplets. *Nature*, **437**, 208 (2005).
2. M. LABOUSSE, S. PERRARD, Y. COUDER & E. FORT Build-up of macroscopic eigenstates in a memory-based constrained system. *New J. of Phys.*, **16**, 113027 (2014).
3. M. LABOUSSE, MATTHIEU, S. PERRARD, Y. COUDER & E. FORT Self-attraction into spinning eigenstates of a mobile wave source by its emission back-reaction. *Phys. Rev. E*, **94**, 042224 (2016).
4. S. BERNARD-BERNARDET, M. FLEURY & E. FORT Spontaneous emergence of a spin state for an emitter in a time-varying medium. *Eur. Phys. J. Plus*, **137**, 432 (2022).