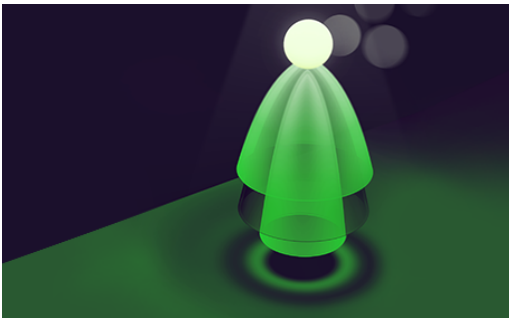
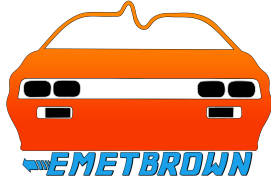


Abstract

My thesis work consists in experimentally measuring, analyzing and modeling the movement of micrometric colloids diffusing near a wall. To track the motion of confined Brownian microparticles, I use Lorenz-Mie holography. The Lorenz-Mie framework allows me to record the thermally-induced three-dimensional trajectories of individual microparticles, within salty aqueous solutions, in the vicinity of a rigid wall, and in the presence of surface charge with a nanometric resolution. From the recorded trajectory, I construct the time-dependent position and displacement probability density functions, and analyze the non-Gaussian character of the latter which is a direct signature of the hindered mobility near the wall. Based on these distributions, I implement a novel, robust and self-calibrated multifitting method, allowing thermal-noise-limited inference of diffusion coefficients spatially-resolved at the nanoscale, equilibrium potentials, and forces at the femtonewton resolution. Moreover, I use this novel tool to deduce non-conservative forces and study long-time higher-order statistical properties. Our objective for the future is to use this novel tool to have a new approach in various problems relevant to nanophysics and microbiology.

Résumé

Mon travail de thèse consiste à mesurer, analyser et modéliser expérimentalement le mouvement de colloïdes micrométriques diffusant près d’une paroi. Pour suivre le mouvement de microparticules browniennes confinées, j’utilise l’holographie de Lorenz-Mie. Le cadre de Lorenz-Mie me permet d’enregistrer les trajectoires tridimensionnelles thermiquement induites de microparticules individuelles, dans des solutions aqueuses salées, à proximité d’une paroi rigide, et en présence d’une charge de surface avec une résolution nanométrique. A partir de la trajectoire enregistrée, je construis les fonctions de densité de probabilité de position et de déplacement en fonction du temps, et j’analyse le caractère non-gaussien de ces dernières qui est une signature directe de la mobilité modifiée près de la paroi. Sur la base de ces distributions, je mets en œuvre une nouvelle méthode d’ajustement multiple, robuste et auto-calibrée, permettant l’inférence limitée par le bruit thermique des coefficients de diffusion résolus spatialement à l’échelle nanométrique, des potentiels d’équilibre et des forces résolus au femtonewton. De plus, j’utilise ce nouvel outil pour déduire les forces non-conservatives et étudier les propriétés statistiques d’ordre supérieur à long terme. Notre objectif pour l’avenir est d’utiliser ce nouvel outil pour avoir une nouvelle approche dans divers problèmes liés à la nanophysique et à la microbiologie.



Confined Brownian Motion



M. Lavaud



THÈSE PRÉSENTÉE
POUR OBTENIR LE GRADE DE
DOCTEUR
DE L’UNIVERSITÉ DE BORDEAUX
ECOLE DOCTORALE SCIENCES PHYSIQUES ET DE
L’INGÉNIEUR

LASERS, MATIÈRE, NANOSCIENCES

Par **Maxime Lavaud**
Confined Brownian Motion

Sous la direction de : **Thomas Salez**
Co-encadrant : **Yacine Amarouchene**

Soutenue le vendredi 26 novembre 2021

Membres du jury :

M. Christophe Ybert	Directeur de Recherche	Université de Lyon	Rapporteur
M. Alois Würger	Professeur	Université de Bordeaux	Examineur
M. Lionel Bureau	Directeur de Recherche	Université Grenoble Alpes	Rapporteur
M. Frédéric Restagno	Directeur de Recherche	Université Paris Sud	Examineur
M. Thomas Salez	Chargé de Recherche	Université de Bordeaux	Directeur
M. Yacine Amarouchene	Chargé de Recherche	Université de Bordeaux	Co-encadrement