

Centre de Physique Théorique, UMR 7332

Adresse : Centre de Physique théorique, Campus de Luminy, Case 907, 13288 Marseille Cedex 09

Nom du directeur de thèse : Xavier Leoncini  
courriel : Xavier.Leoncini@cpt.univ-mrs.fr

Titre du stage : **Chaos hamiltonien, propriétés de transport et physique statistique hors d'équilibre**

On trouve dans la littérature de nombreux systèmes donnant lieu à des phénomènes dits de *cinétiques étranges* [7]. Ces phénomènes se traduisent par un transport anormal qui ne peut être correctement décrit par une loi de diffusion classique. Des alternatives comme l'utilisation d'équations fractionnaires ont été proposées pour décrire ce type de transport [8], mais à ce jour aucune n'est satisfaisante. Ces propriétés émergent dans des systèmes hamiltonien à un degré et demi de liberté suite au phénomène de collage autour des îlots de stabilité et aux effets de mémoire que ces derniers engendrent [5]. Ce phénomène de collage reste relativement incompris. Tout d'abord, tout îlot de stabilité ne génère pas nécessairement ce phénomène, de même ce phénomène de collage peut avoir lieu au sein même de la mer chaotique sans îlot de stabilité dans sa périphérie. L'impact de ce phénomène sur les propriétés de transport, et sa stabilité vis à vis de perturbations externes reste à clarifier.

Un autre aspect de ce stage concerne les fondements de la physique statistique classique. Dans l'article synthétique de G. M. Zaslavsky [9], la possibilité d'utiliser la connaissance des propriétés dynamiques d'un système afin de créer un démon de Maxwell. Nous nous intéresserons à cette possibilité, mais dans des systèmes avec un grand nombre de liberté et des interactions à longue portée. Dans ce type de systèmes, pour lesquels l'ensemble microcanonique et l'ensemble canonique ne sont pas nécessairement équivalents[3], nous avons déjà mis en évidence un phénomène d'auto-régularisation de la dynamique microscopique[1], de même les transition de phases peuvent avoir des signatures dans la dynamique microscopique [6], ou des approches dynamiques de la physique statistique ont été proposées [2, 4].

Le contexte général de ce stage s'inscrit donc dans l'étude des propriétés de transport de systèmes Hamiltoniens chaotiques et de revisiter les bases de la physique statistique classique, et voir dans quelle mesure la nature anormale du transport pourrait permettre d'exhiber de nouveaux comportements qui seraient exploitables aux échelles macroscopiques.

Connaissances et compétences requises : Le travail du stage entre dans le cadre de la physique théorique/numérique. Des connaissances en physique non-linéaire, dynamique et chaos hamiltonien et physique statistique sont souhaitées. La maîtrise de l'outil informatique dans l'optique d'effectuer des simulations numériques (langage de programmation de type fortran90, C, C++) et d'analyse des données (octave, matlab, python) est nécessaire, la connaissance de logiciels de calcul formel de type mathematica est un plus.

Environnement scientifique : Ce travail de stage s'effectuera sous la direction de X. Leoncini.

- 
- [1] R. Bachelard, C. Chandre, D. Fanelli, X. Leoncini, and S. Ruffo. Abundance of regular orbits and out-of-equilibrium phase transitions in the thermodynamic limit for long-range systems. *Phys. Rev. Lett.*, 101(26) :260603, 2008.
  - [2] L. Casetti, M. Pettini, and E. G. D. Cohen. Geometric approach to Hamiltonian dynamics and statistical mechanics. *Phys. Reports*, 337(3) :237–341, 2000.
  - [3] T. Dauxois, S. Ruffo, E. Arimondo, and M. Wilkens, editors. *Dynamics and Thermodynamics of Systems with Long Range Interactions*, volume 602 of *Lect. Not. Phys.* Springer-Verlag, Berlin, 2002.
  - [4] Xavier Leoncini and Alberto Verga. Dynamical approach to the microcanonical ensemble. *Phys. Rev. E*, 64(6) :066101, 2001.
  - [5] B. Meziani, O. Ourrad, and X. Leoncini. Anomalous Transport and Phase Space Structures. In *Chaos, Complexity and Transport*. World Scientific, 2012.
  - [6] M. Pettini. volume 33 of *Interdisciplinary Applied Mathematics*. Springer, 2007.
  - [7] M. F. Schlesinger, G. M. Zaslavsky, and J. Klafter. Strange Kinetics. *Nature*, 363 :31–37, 1993.
  - [8] G. M. Zaslavsky. Chaos, Fractional Kinetics, and Anomalous Transport. *Phys. Rep.*, 371 :641, 2002.
  - [9] George M. Zaslavsky. Chaotic dynamics and the origin of statistical laws. *Physics Today*, 52(8) :39–45, August 1999.