

Projet de thèse Chaos dynamique : complexité et applications

Le chaos dynamique est un phénomène universel étudié par les mathématiciens et les physiciens. Les contributions majeures de Poincaré, Kolmogorov et d'autres scientifiques, combinées aux simulations numériques modernes, ont permis la compréhension de nombreux aspects fondamentaux de ce phénomène. L'année dernière, les recherches dans ce domaine ont été primées par le prix Abel attribué à Ya. Sinai élève de Kolmogorov [1].

Ce projet de thèse a pour objectif d'étudier et de lier le chaos dynamique dans des domaines scientifiques apparemment disjoints que sont l'astrophysique et les réseaux orientés : l'étude de la dynamique de la matière noire dans le système solaire et dans les autres systèmes stellaires peut être décrite sur les bases simples d'applications dynamiques chaotiques [2,3]. De telles applications chaotiques sont aussi générées par des chaînes de Markov dynamiques, des opérateurs de Perron-Frobenius et des réseaux de Ulam [4]. Ces réseaux, et les matrices d'Ulam associées, appartiennent à la même classe d'opérateurs que la matrice mise en œuvre par Google (*Google matrix*) pour les milliards de requêtes quotidiennes des utilisateurs d'Internet [5]. Les recherches sur les réseaux de Ulam pour les applications chaotiques seront étendues à l'étude de réseaux réels tels que Wikipedia, World Wide Web et d'autres réseaux. La compréhension fondamentale des propriétés spectrales de tels opérateurs, qui n'ont pas encore été systématiquement étudiées par les physiciens, permettra de comprendre les propriétés fondamentales des flots d'information au travers des réseaux orientés.

Encadrants :

J. Lages, Maître de Conférences, jose.lages@utinam.cnrs.fr
Institut UTINAM, OSU THETA, CNRS & Université de Franche-Comté, Besançon
D. L. Shepelyansky, DR1 CNRS, dima@irsamc.ups-tlse.fr
Laboratoire de Physique Théorique, CNRS & Université Paul Sabatier, Toulouse

- [1] <http://www.abelprize.no/seksjon/vis.html?tid=61096>
- [2] J.Lages and D.L.Shepelyansky, "Dark matter chaos in the Solar System", Mon. Not. Royal Ast. Soc. Lett. v.430, p.L25 (2013)
- [3] G.Rollin, J.Lages, D.L. Shepelyansky, "Chaotic enhancement of dark matter density in binary systems and galaxies", arXiv :1403.0254, soumis à MNRAS
- [4] K.M.Frahm and D.L.Shepelyansky, "Poincare recurrences and Ulam method for the Chirikov standard map", Eur. Phys. J. B v.86, p.322 (2013)
- [5] L.Ermann, K.M.Frahm and D.L.Shepelyansky, "Spectral properties of Google matrix of Wikipedia and other networks", Eur. Phys. J. B v.86, p.193 (2013)

Dr. José Lages
Directeur du département de Physique
Maître de conférences

Tél. (+33) 381666667
E-mail : jose.lages@utinam.cnrs.fr

Institut UTINAM
Physique théorique et Astrophysique
Observatoire des Sciences de l'Univers THETA
CNRS & Université de Franche-Comté
25030 Besançon Cedex - France
Fax. (+33) 381666475
Web : <http://www.utinam.cnrs.fr/-Lages-Jose->



PhD proposal Dynamical chaos : complexity and applications

The dynamical chaos is an universal phenomenon investigated by mathematicians and physicists. The fundamental contributions of Poincaré, Kolmogorov and other scientists, combined with modern numerical computer simulations, allowed to understand many fundamental aspects of this phenomenon. Last year the investigations in this field had been marked by the Abel prize attributed to Ya. Sinai, pupil of Kolmogorov [1].

The proposed PhD project aims to study and to relate the dynamical chaos in seemingly unconnected scientific fields such as astrophysics and directed networks : the investigations of dark matter dynamics in the Solar and other systems can be described on the bases of simple chaotic dynamical maps [2,3]. Such maps are also generated by dynamical Markov chains, Perron-Frobenius operators and Ulam networks [4]. Such networks and Ulam matrices, corresponding to them, belong to the same class of operators as the Google matrix which is operated by Google for each day search requests of Internet users [5]. The investigations of Ulam networks for chaotic maps will be extended to application to real networks like Wikipedia, World Wide Web and other networks. The fundamental understanding of spectral properties of such operators, which usually had not been studied by physicists, will allow to understand the fundamental properties of information flows on modern directed networks.

Supervisors :

J. Lages, Maître de Conférences, jose.lages@utinam.cnrs.fr
Institut UTINAM, OSU THETA, CNRS & Université de Franche-Comté, Besançon
D. L. Shepelyansky, DR1 CNRS, dima@irsamc.ups-tlse.fr
Laboratoire de Physique Théorique, CNRS & Université Paul Sabatier, Toulouse

- [1] <http://www.abelprize.no/seksjon/vis.html?tid=61096>
- [2] J.Lages and D.L.Shepelyansky, "Dark matter chaos in the Solar System", Mon. Not. Royal Ast. Soc. Lett. v.430, p.L25 (2013)
- [3] G.Rollin, J.Lages, D.L. Shepelyansky, "Chaotic enhancement of dark matter density in binary systems and galaxies", arXiv :1403.0254, submitted to MNRAS
- [4] K.M.Frahm and D.L.Shepelyansky, "Poincare recurrences and Ulam method for the Chirikov standard map", Eur. Phys. J. B v.86, p.322 (2013)
- [5] L.Ermann, K.M.Frahm and D.L.Shepelyansky, "Spectral properties of Google matrix of Wikipedia and other networks", Eur. Phys. J. B v.86, p.193 (2013)