



SOUTENANCE DE THÈSE
de Sandrine Ngo
intitulée
**PHYSIQUE STATISTIQUE DES GROUPES EN
MOUVEMENT**

La soutenance se tiendra le
vendredi 22 Novembre 2013 à 15h00

à

l'Université Pierre et Marie Curie¹
(salle de séminaire du LPTMC, tour 12/13 5e étage).

Elle sera suivie d'un pot au 5e étage de la rotonde 12.

Résumé

Cette thèse a pour objet l'étude de divers modèles microscopiques permettant de décrire l'émergence de mouvements collectifs ou de phases ordonnées dans des systèmes de matière active à deux dimensions. Ces modèles s'inspirent du modèle de Vicsek, dans lequel des particules auto-propulsées s'alignent avec leurs plus proches voisins en présence d'un bruit angulaire. À faible bruit, une phase ordonnée émerge, où toutes les particules sont alignées et se déplacent dans la même direction. Nous considérons de nombreuses variantes de ce modèle, en changeant divers ingrédients tels que la symétrie des particules (polaires, apolaires), de l'alignement (ferromagnétique ou nématique) ou encore en considérant différentes portées de l'interaction (voisins métriques ou topologiques). Nous cherchons à extraire les propriétés générales de chaque classe d'universalité, en décrivant la transition ordre-désordre et la phase ordonnée à l'aide d'outils de la physique statistique. En particulier nous nous intéressons à une caractéristique spécifique des phases ordonnées hors-équilibre : les fluctuations géantes de densité.

Nous montrons ensuite que l'introduction d'une interaction de répulsion favorise l'émergence d'un smectique actif, c'est-à-dire une phase présentant un ordre spatial. Enfin nous présentons deux modèles dont le but est de décrire la dynamique de troupeaux évoluant dans un espace infini à deux dimensions. La cohésion de tels systèmes est assurée par une interaction d'attraction ajoutée à l'alignement. Le second modèle de troupeaux se distingue par le fait qu'il est bâti à partir de données expérimentales issues de l'observation de la dynamique d'un banc de poisson.

Mots-clés : mouvements collectifs ; particules actives ; transition de phase hors-équilibre ; fluctuations géantes de densité ; smectiques actifs ; modèles de troupeaux cohésifs

1. Adresse de l'Université Pierre et Marie Curie : 4 Place Jussieu, 75005 Paris. Métros lignes 7 ou 10, bus ligne 89, arrêt Jussieu.

Abstract

This thesis studies various microscopic models that aim to describe the onset of collective motion and ordered phases in 2D active matter systems. They are in the spirit of the Vicsek model, in which point-like self-propelled particles locally align in the presence of noise. At a small but finite noise amplitude, an ordered phase exists where all the particles are aligned and move in the same direction. The original Vicsek model is here extended by varying the symmetry of the particles (polar or apolar), of the alignment interaction (ferromagnetic or nematic) and by considering different definitions of the nearest neighbours (metric or metric-free). An overview of the general properties of each universality class is given, where we describe the order/disorder transition and characterize the ordered phase. We particularly study the giant number fluctuations, which are a signature of these ordered active phases.

We then show that a repulsive interaction along with the alignment allows the emergence of an active smectic phase, with a translational order in one direction of space. We finally present two different approaches of modeling cohesive flocks. In these models, an attraction interaction competes with alignment. The second flocking model is derived from experimental data gathered from the observation of fish schools dynamics.

Key words : collective motion ; active particles ; out of equilibrium phase transition ; giant density fluctuations ; active smectics ; flocking models