Structures non-linéaire dans un système périodique de particules, effets thermiques et interaction entre structures.

Tommy Dessup[1], Christophe Coste[1] & Michel Saint Jean[1]

Laboratoire "Matière et Systèmes Complexes" (MSC), UMR 7057 CNRS, Université Paris 7 Diderot, 75205 Paris Cedex 13, France
tommy.dessup@univ-paris-diderot.fr

Nous nous intéressons à des systèmes périodiques de particules en interaction confinées dans une géométrie quasi-1D. De telles situations physiques se retrouvent dans des systèmes très différents comme des ions confinés dans un piège quadrupolaire (Paul's trap) [1], des poussières dans des plasmas [2], des particules colloïdales [3] ou des billes millimétriques en interaction électrostatique [4].

Tout d'abord nous décrirons la transition structurelle du système en fonction de l'intensité du potentiel transverse confinant. La configuration stable du système passe d'une ligne homogène pour un fort confinement transverse à une répartition en quinconce des particules pour de faibles confinements (configurations zigzag ou zagzig). Cette transition est alors décrite par une bifurcation fourche surcritique.

Lorsque les particules sont de plus confinées longitudinalement dans un anneau, l'invariance par rotation induit l'existence d'un mode de fréquence nulle (mode de Goldstone) qui se couple au mode transverse mou à la transition. Nous avons développé un modèle non-linéaire continu qui tient compte du couplage entre les champs de déplacements longitudinaux et transverses, et qui montre que la bifurcation devient alors sous-critique. Une signature claire de cette sous-criticalité est l'apparition de structures cohérentes inhomogènes constituées d'une zone localisée, où les particules sont en zigzag, entourée de particules alignées. Notre modèle décrit ces structures comme des ondes solitaires appelées bulles avec un excellent accord quantitatif sans paramètre ajustable avec nos simulations numériques [6].

Nous montrerons ensuite que ces bulles restent stable en présence d'un bruit thermique et étudierons l'influence de la température sur cette bifurcation sous-critique [7]. Enfin leur diffusion et leur interaction lorsque plusieurs bulles coexistent seront examinées. Nous déterminerons notamment la force d'interaction entre les structures non-linéaires à l'aide d'une méthode générale développée par Elphick *et al.* [8] que nous avons adaptée aux équations issues de notre modèle décrivant la forme normale de la bifurcation sous-critique.

Références

1. M. Mielenz, J. Brox, S. Kahra, G. Leschhorn, M. Albert, T. Schaetz, H. Landa, and B. Reznik. Trapping of topological-structural defects in Coulomb crystals. *Phys. Rev. Lett.*, 110 :133004, 2013.
2. TE Sheridan. Dusty plasma ring model. *Physica Scripta*, 80(6) :065502, 2009.
3. A. V. Straube, R. P. A. Dullens, L. Schimansky-Geier, and A. A. Louis. Zigzag transitions and nonequilibrium pattern formation in colloidal chains. *J. Chem. Phys.*, 139 :134908, 2013.
4. C. Coste, J.-B. Delfau, C. Even, and M. Saint Jean. Single file diffusion of macroscopic charged particles. *Phys. Rev. E*, 81 :051201, 2010.
5. T. Dessup, T. Maimbourg, C. Coste, and M. Saint Jean. Linear instability of a zigzag pattern. *Phys. Rev. E*, 91 :022908, 2015.
6. T. Dessup, C. Coste, and M. Saint Jean. Subcriticallity of the zigzag transition : A nonlinear bifurcation analysis. *Phys. Rev. E*, 91 :032917, 2015.
7. T. Dessup, C. Coste, and M. Saint Jean. Hysteretic and intermittent regimes in the subcritical bifurcation of a quasi-one-dimensional system of interacting particles. *Phys. Rev. E*, 93 :012105, 2016.
8. C. Elphick, E. Meron, and E.A. Spiegel. Patterns of propagating pulses. *SIAM J. Appl. Math.*, 50(2) :490, 1990.