

Etude des instabilités spatio-temporelles dans un piège magnéto-optique

Antoine Jallageas, Rudy Romain*, Daniel Hennequin et Philippe Verkerk

Laboratoire de Physique des Lasers, Atomes et Molécules, CNRS/Université de Lille1, Villeneuve d'Ascq

** rudy.romain@ed.univ-lille1.fr*

De nos jours, les atomes refroidis par laser sont en grande partie étudiés dans le but de comprendre des systèmes complexes. On peut notamment citer les expériences utilisant des condensats de Bose-Einstein ou des réseaux optiques. Ces systèmes permettent par analogie d'étudier des propriétés de la matière (superfluidité, transition de phase, ...).

Notre étude s'intéresse à la dynamique spatio-temporelle des atomes refroidis au sein d'un piège magnéto-optique (PMO), car il semblerait que ce système ait des similitudes avec la physique des plasmas. Ces dix dernières années, plusieurs observations expérimentales ont démontré l'existence d'une dynamique non linéaire dans les nuages d'atomes froids. Deux types d'instabilités ont pu être étudiés : le premier montre un comportement stochastique du PMO, caractérisé par des mouvements à une fréquence de quelques dizaines de Hz [1]. Les autres instabilités observées ont un comportement déterministe et leur temps caractéristique d'évolution est de l'ordre de la seconde [2,3]. La limite de ces travaux est qu'ils ont surtout privilégié l'aspect temporel de la dynamique. Notre étude souhaite faire un pas de plus dans la compréhension de ces instabilités, en suivant la dynamique spatiale au sein du nuage. Pour ce faire, nous nous sommes équipés d'une caméra possédant un taux de répétition très élevée (fréquence maximale d'environ 10 000 images/s) qui permet de sonder des modifications de fluorescence sur des durées qui correspondent à l'échelle de temps d'évolution du système.

Nos premières observations d'une dynamique stochastique ont montré un comportement spatial complexe. En effet, on peut constater que les instabilités sont localisées dans certaines parties du nuage et que ces différentes zones n'évoluent pas en phase. Certaines d'entre elles varient même en opposition de phase. Nous avons également observé la présence de plusieurs fréquences au sein d'un même nuage, leur répartition ne semble pas triviale. Toutes ces observations tendent à justifier l'intérêt de notre démarche et nous encourageant à approfondir l'analyse spatio-temporelle des enregistrements vidéos dans des régimes d'instabilités stochastiques et déterministes.

Références

- [1] David Wilkowsky, Jean Ringot, Daniel Hennequin, Jean-Claude Garreau, "Instabilities in a Magneto-optical Trap: Noise-Induced Dynamics in an Atomic System ", *Phys. Rev. Lett.* **85** 1839 (2000)
- [2] A. Stefano, Ph. Verkerk, D. Hennequin, "Deterministic instabilities in the magneto-optical trap ", *Eur. Phys. J. D* **30** 243-258 (2004)
- [3] G. Labeyrie, F. Michaud, R. Kaiser, "Self-Sustained Oscillations in a Large Magneto-Optical Trap", *Phys. Rev. Lett.* **96**, 023003 (2006)