

INSTABILITÉS SPATIALES DANS UN NUAGE D'ATOMES FROIDS

Rudy Romain^{1,2}, Antoine Jallageas^{1,3}, Philippe Verkerk¹, Daniel Hennequin¹

¹ Laboratoire de Physique des Lasers Atomes et Molécules UMR 8523, Université Lille, 59000 Lille, France

² Department of Physical Sciences, The Open University, Walton Hall, MK7 6AA, Milton Keynes, United Kingdom

³ Laboratoire Temps-Fréquence, Institut de Physique, Université de Neuchâtel, Avenue de Bellevaux 51, 2000 Neuchâtel, Switzerland

rudy.romain@gmail.com

RÉSUMÉ

Ce travail s'inscrit dans l'étude de l'analogie entre la physique des atomes froids et des plasmas, deux systèmes impliquant une interaction coulombienne. Initialement établie pour des systèmes à l'équilibre, cette analogie a dernièrement été questionnée dans le cadre d'études sur la dynamique, suite à l'observation de nuages d'atomes froids instables [1–3]. La principale motivation est de savoir si les atomes froids peuvent être utilisés comme un système modélisant les plasmas. De premiers travaux se sont concentrés sur l'aspect temporel de la dynamique des atomes froids, ici nous présentons des résultats expérimentaux sur l'aspect spatial. Le régime d'instabilités observés fait apparaître une dynamique spatio-temporelle.

MOTS-CLEFS : *atomes froids; plasma; instabilités spatio-temporelles*

Il est établi qu'à l'équilibre les atomes froids produits dans un piège magnéto-optique et un plasma à une composition sont deux systèmes analogues. En effet, une répulsion inter-atomique, de forme coulombienne, est créée par la diffusion multiple de photons lorsque le nuage est optiquement épais. Par ailleurs, de récentes études ont montré que les interactions à longue portée sont à l'origine d'instabilités dans les atomes froids. Il a été démontré que la dynamique des atomes froids, comme celle des plasmas, pouvait être décrite par une équation de Vlasov-Fokker-Planck [4]. Contrairement aux autres systèmes décrits par cette équation, le piège magnéto-optique est un système relativement simple à mettre en oeuvre qui offre une grande possibilité de contrôle et de caractérisation. Ces deux éléments présentent la base du concept de système modèle. Les études antérieures sur la dynamique des atomes froids se sont principalement concentrées sur son aspect temporel. Dans ce travail, nous nous intéressons au comportement spatial du nuage dans un régime d'instabilités stochastiques. L'utilisation d'une caméra rapide est nécessaire car les fréquences temporelles observées dans ce régime sont de quelques dizaines de Hz. L'analyse des séquences vidéos est effectuée par deux méthodes différentes : une temporelle (analyse de Fourier) et une spatiale (analyse en composantes principales). Ces deux méthodes sont complémentaires car elles permettent de décrire la dynamique en termes de modes temporelles, ou spectraux, et spatiaux. Nous observons que ces deux types de modes ne sont pas suffisants pour décrire le comportement du nuage, ce qui tend à montrer que la dynamique observée est bel et bien spatio-temporelle.

Ce travail met en évidence le caractère spatio-temporel de la dynamique observée et indique donc qu'il doit être pris en compte dans les modèles théoriques. Un important travail théorique et de simulation est nécessaire pour savoir à quel point l'analogie entre atomes froids et plasmas est effective et peut être utilisée.

RÉFÉRENCES

- [1] D. Hennequin, Eur. Phys. J. D **28**, 13 (2004)
- [2] A. di Stefano, Ph. Verkerk, D. Hennequin, Eur. Phys. J. D **30**, 243 (2004)
- [3] G. Labeyrie, F. Michaud, R. Kaiser, Phys. Rev. Lett. **96**, 023003 (2006)
- [4] R. Romain, D. Hennequin, P. Verkerk, Eur. Phys. J. D **61**, 171 (2011)