

Les pièges magnéto-optiques anisotropes

Rudy Romain, Daniel Hennequin* et Philippe Verkerk

Laboratoire PhLAM, Bât. P5 – Université Lille1 – 59655 Villeneuve d'Ascq cedex

*daniel.hennequin@univ-lille1.fr

Un piège magnéto-optique (MOT) traditionnel est obtenu avec trois paires de faisceaux laser contra-propageants de mêmes caractéristiques, et notamment de même fréquence ω , décalée de Δ dans le rouge par rapport à la transition atomique ω_0 . Dans un piège anisotrope, la fréquence des faisceaux dans l'une des directions est différente. On a ainsi un décalage $\Delta_{//}$ dans une direction, et un décalage Δ_{\perp} dans les deux autres directions. Cette différence de fréquence induit une anisotropie dans les processus de refroidissement et les forces qui contribuent à l'équilibre du nuage. Il en résulte une ellipticité du nuage qui dépend de $\Delta_{//}$ et Δ_{\perp} .

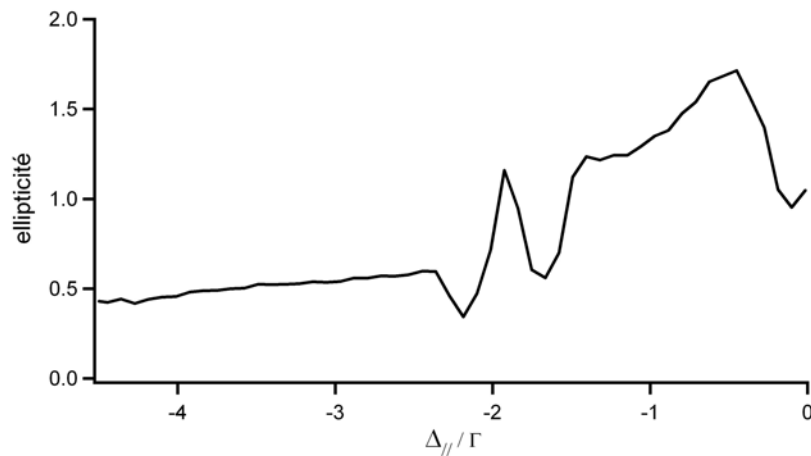


Fig. 1: évolution de l'ellipticité en fonction du décalage en fréquence du faisceau parallèle. Γ est la largeur de la transition. $\Delta_{\perp} = -2\Gamma$.

La forme du nuage d'atomes froids résulte essentiellement de l'équilibre entre les forces d'attraction des atomes et les forces de répulsion. Dans la première catégorie, on trouve la force magnéto-optique et la force liée à l'effet d'ombre, dont l'importance relative dépend de la densité des atomes dans le nuage. La seule force de répulsion est celle liée à la diffusion multiple. Ces forces ne sont pas modifiées de la même façon par l'anisotropie. En effet, alors que les forces de compression sont vectorielles, la force de diffusion multiple, liée à la ré-absorption d'un photon spontané, est moins dépendante de la direction. Grâce à cette différence de comportement, on peut espérer mesurer directement la valeur de ces forces, et notamment celle de la diffusion multiple.

Pour modéliser l'équilibre entre les différentes forces du MOT, nous avons développé un modèle dans lequel l'anisotropie est prise en compte. Ce modèle nous a permis de retrouver l'ellipticité observée dans les expériences, ainsi que sa dépendance en fonction des paramètres du piège. Il montre également qu'en mesurant l'ellipticité pour plusieurs jeux de paramètres et en ajustant numériquement ces mesures sur les résultats du modèles, on peut en déduire une mesure de la section efficace de diffusion multiple avec un minimum d'hypothèses de départ.