

# Refroidissement laser et marches au hasard anormales

## Laser cooling and anomalous random walks

par **Claude COHEN-TANNOUJJI**

Professeur au Collège de France  
École normale supérieure, Laboratoire Kastler-Brossel  
24 rue Lhomond – 75231 Paris cedex 05

**Le refroidissement laser permet maintenant de diminuer la dispersion des vitesses d'un atome et de la rendre inférieure à la vitesse de recul communiquée à l'atome par l'émission ou l'absorption d'un seul photon (refroidissement subrecoil). On utilise pour cela une marche au hasard dans l'espace des vitesses, avec une probabilité de saut par unité de temps qui s'annule à vitesse nulle. L'exposé passera en revue diverses descriptions théoriques possibles d'un tel mécanisme de refroidissement. Le caractère « anormal » de la marche au hasard sera analysé au moyen des statistiques de Lévy, ce qui permettra de mettre en évidence des comportements non ergodiques dans l'évolution atomique. Des développements expérimentaux récents, permettant d'atteindre et de mesurer des températures de quelques nanokelvins, seront également décrits.**

Laser cooling allows now the velocity spread of an ensemble of atoms to be reduced below the value corresponding to the recoil velocity of an atom emitting or absorbing a single photon (subrecoil cooling). This is achieved by using a random walk in velocity space with a jump rate which vanishes at zero velocity. We will review a few possible theoretical descriptions of such a cooling mechanism. The anomalous character of the corresponding random walk will be analysed using Lévy statistical distributions and certain nonergodic features of the atomic evolution will be emphasized. Recent experimental developments will be also described. They have allowed temperatures of a few nanokelvins to be reached and measured.

L' AUTEUR

Claude COHEN-TANNOUJJI



Claude Cohen-Tannoudji est né en 1933. Ancien élève de l'École Normale Supérieure, il a effectué sa thèse de doctorat sous la direction d'Alfred Kastler et Jean Brossel. Professeur à l'Université de Paris en 1967, il est nommé professeur au Collège de France en 1973. Tous ses travaux de recherche ont été effectués au Laboratoire de Physique de l'École Normale Supérieure.

Le thème général de ses recherches est l'étude des interactions entre atomes et photons. Il a introduit le concept d'atome « habillé » par des photons et l'a appliqué à l'interprétation et à la prédiction de nombreux effets physiques. Plus récemment, il s'est intéressé au problème du « refroidissement et piégeage laser ». Des nombreux mécanismes de refroidissement ont été mis en évidence comme le refroidissement « Sisyphé » ou le refroidissement « subrecoil ». Ces mécanismes ont permis d'atteindre des températures du millionième, voire du milliardième de Kelvin. L'équipe de l'École Normale Supérieure a pu ainsi réaliser, en collaboration avec le Laboratoire Primaire du Temps et Fréquences, de nouvelles horloges atomiques, actuellement les plus précises et les plus stables au monde. Parmi les autres applications des méthodes de refroidissement laser, on peut également citer l'obtention de condensats de Bose-Einstein avec des gaz d'atomes alcalins ultrafroids.

Claude Cohen-Tannoudji a reçu le Prix Nobel de Physique en 1997 avec ses collègues américains S. Chu et W. Phillips.

Claude Chen-Tannoudji est membre de l'Académie des Sciences et de nombreuses autres académies étrangères. Il a reçu la Médaille d'Or du CNRS et de nombreux prix français et étrangers; Il est officier de la Légion d'Honneur et commandeur de l'Ordre National du Mérite.