

Les gaz ultra-froids : un monde quantique entre physique atomique et matière condensée

Jean Dalibard

*Collège de France et Laboratoire Kastler Brossel,
11 Place Marcelin Berthelot, 75005 Paris, France
jean.dalibard@lkb.ens.fr*

Il y a juste quarante ans apparaissait la proposition d'utiliser la lumière de lasers accordables pour réduire l'agitation thermique d'une vapeur atomique [1]. Depuis cette date, la manipulation et le refroidissement de gaz d'atomes par laser a connu des développements qui sont allés au delà des prévisions initiales les plus optimistes. Des faisceaux lumineux bien choisis permettent d'amener une assemblée d'atomes à une température située quelques nanokelvins seulement au dessus du zéro absolu [2].

Le comportement des gaz ainsi obtenus est gouverné par la mécanique quantique : la vitesse des particules est fortement diminuée et leur longueur d'onde augmentée, ce qui permet la réalisation d'horloges et de capteurs interférométriques (accélération, rotation) d'une précision inégalée. Par ailleurs, en concentrant ces atomes en un petit volume, on réalise une « matière quantique » qui constitue un simulateur d'autres systèmes à N corps encore mal compris [3-5], comme le fluide d'électrons de certaines familles de supraconducteurs ou de l'effet Hall quantique.

L'exposé présentera brièvement les principes à la base du refroidissement. Il décrira ensuite quelques développements récents, sur le plan des mesures de précision « à un atome » et sur celui des phénomènes collectifs en lien avec la physique de la matière condensée. Il se terminera par un bref panorama des perspectives de ce domaine de recherche.

[1] T.W. Hänsch and A. L. Schawlow, *Cooling of gases by laser radiation*, Optics Comm. **13**, 68 (1975). Voir aussi D.J Wineland and H. Dehmelt, Bulletin of the Americal Physical Society **20**, 637 (1975)

[2] C. Cohen-Tannoudji and D. Guéry-Odelin, *Advances in Atomic Physics : An overview* (World Scientific, Singapore, 2011)

[3] I. Bloch, J. Dalibard and W. Zwerger, *Many-Body Physics with Ultracold Gases*, Rev. Mod. Phys. **80**, 885 (2008)

[4] I. Bloch, J. Dalibard and S. Nascimbene, *Quantum simulations with ultracold quantum gases*, Nature Physics **8**, 267 (2012)

[5] J. Dalibard, *Introduction to the physics of artificial gauge fields*, to appear in *Quantum Matter at Ultralow Temperatures*, Edts. M. Inguscio, W. Ketterle and S. Stringari, arXiv:1504.05520