

Observation expérimentale de condensats de Bose-Einstein dans les semi-conducteurs.

Encadrant : François Médard

Les propriétés quantiques des particules constituant la matière permettent de distinguer deux groupes : les fermions et les bosons. A basse température, leur comportement statistique est largement différent puisque les bosons tendent à s'accumuler dans un seul état quantique formant un condensat de Bose-Einstein. Bien que prédit depuis les années 1920, ce phénomène est observé pour la première fois en 1995 par les équipes de l'Université de Boulder et du MIT pour un gaz d'atomes refroidis à une température inférieure à 1 μ K. Ces travaux seront récompensés par le prix Nobel de Physique en 2001.

Une approche théorique prévoit que la température de condensation est inversement proportionnelle à la masse de la particule. Dans les semi-conducteurs, les excitons-polaritons sont des bosons composites mélangeant la lumière (photon) et la matière (électron) : ils ont surtout une masse un milliard de fois plus petite que les atomes. En 2006, une équipe grenobloise du CNRS démontre expérimentalement la condensation de Bose-Einstein des excitons-polaritons jusqu'à une température de 20 K.

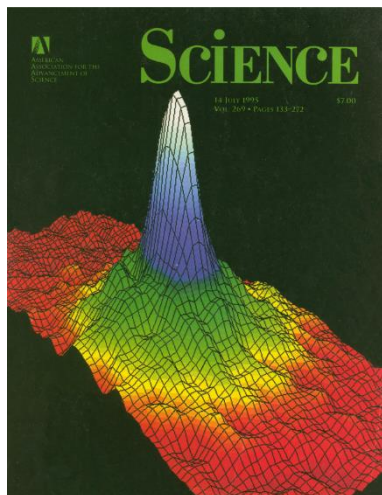


Figure 1 - Condensat de Bose Einstein d'atomes de Rubidium (Science 269 – pp 198-201(1995))

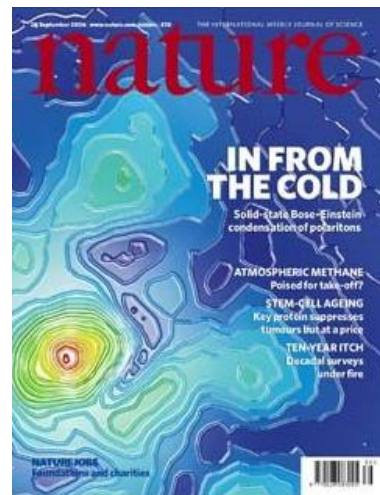


Figure 2 – Condensat de Bose-Einstein d'excitons-polaritons (Nature 443 – pp 409-414 (2006))

L'étudiant sera accueilli pour une durée de 4 semaines dans l'équipe de spectroscopie optique des solides de l'Institut Pascal (Unité Mixte de Recherche CNRS et UCA). Il mesurera la luminescence d'un guide de lumière à très basse température (10 K) et pourra caractériser les propriétés spatiale, angulaire et temporelle de l'émission. Il devra mettre en forme ses résultats à l'aide d'un logiciel d'analyse de données. A partir de ses résultats et d'une étude bibliographique, l'étudiant pourra justifier ou non de l'observation d'un condensat de Bose-Einstein. Une étude en fonction de la température sera alors possible.

Le candidat devra mener à bien une démarche scientifique et faire preuve de sens physique. Il aura l'opportunité de réaliser un travail de recherche académique à l'aide d'outils expérimentaux de pointe (cryostat à circulation d'hélium, laser impulsif, ...) Finalement, il pourra se confronter quotidiennement aux problématiques actuels en physique de la matière condensée.

Mots-clés : condensation de Bose-Einstein ; semi-conducteurs ; luminescence ; cryogénie ; lasers

Référence : Kasprzak J. et al – Images de la Physique (CNRS) – pp 42-49 (2007)
http://www.cnrs.fr/publications/imagesdelaphysique/couv-PDF/IdP2007/08_Kasprzak.pdf