



Bernard Borderie  
Institut de Physique Nucleaire  
91406 Orsay cedex

April 30, 2010

CNRS - IN2P3 - UNIVERSITE PARIS-SUD

Institut de Physique Nucleaire - Orsay

## CONDENSATION BOSE-EINSTEIN EN PHYSIQUE NUCLÉAIRE

“C’est une belle théorie, mais contient-elle quelque chose de vrai ?” C’est par ces mots qu’en 1924 Einstein commente, sur la base du papier de Bose consacré à la description statistique des quanta de lumière, l’étonnante prédiction qu’il vient d’obtenir quant au comportement à très basse température d’un gaz parfait. Selon ses calculs, un tel gaz “condense” au dessous d’une certaine température critique. C’est à dire qu’une fraction importante des particules adoptent simultanément le même état. Il faudra attendre 1938, après la découverte de la superfluidité de l’hélium liquide pour que London ait l’intuition que la superfluidité était une manifestation de la condensation de Bose-Einstein. Enfin, en 1995, en combinant différentes techniques de refroidissement les équipes expérimentales de Cornell et du MIT obtenaient les températures et densités requises et observaient la condensation de Bose-Einstein pour des vapeurs de rubidium et de sodium.

En physique nucléaire c’est à partir des années 2000 que les premiers travaux théoriques sont apparus. Ils étaient d’abord relatif à la matière nucléaire symétrique et montraient qu’une condensation sous forme de particules alpha était favorisée à une densité inférieure au cinquième de la densité normale. Et qu’en était-il pour les noyaux ? Le premier état excité  $0^+$  du carbone, le fameux état de Hoyle, ainsi que le sixième état  $0^+$  de l’oxygène pouvaient être décrits par des fonctions d’onde alpha de type condensation. Expérimentalement la situation est délicate puisqu’il faut, après avoir produit ces états excités, détecter et identifier leur décroissance en 3 ou 4 particules alpha d’égales et faibles énergies cinétiques. En utilisant la réaction  $^{40}\text{Ca} + ^{12}\text{C}$ , le multidétecteur à haute granularité le plus performant actuel, CHIMERA, installé à Catane et des techniques de corrélation multiparticules, une condensation alpha de type Bose-Einstein a été mise en évidence pour l’état de Hoyle.

Bernard Borderie