

dépendant du temps. Cette équation décrit l'évolution de chaque particule dans le potentiel extérieur dépendant du temps et dans le champ moyen créé par les $N-1$ autres, qui lui aussi dépend du temps, à cause de la dépendance temporelle de $|\varphi(\vec{r}, t)|^2$. C'est l'équation de Gross-Pitaevskii dépendant du temps.

A la limite des faibles excitations, quand le potentiel extérieur de piégeage est la somme d'une composante statique et d'une petite composante δV dépendant du temps, il est possible de linéariser l'équation de Gross-Pitaevskii dépendant du temps. En prenant une forme de créneau temporel pour δV , on peut ainsi étudier les fréquences des modes propres de vibration de faible amplitude du condensat, fréquences qui sont données par les solutions d'une équation aux valeurs propres. Une telle approche appliquée à un système homogène (bosons enfermés dans une boîte) redonne bien la relation de dispersion des excitations élémentaires obtenue précédemment à partir de la transformation de Bogolubov.

Un autre éclairage intéressant sur l'équation de Gross-Pitaevskii est obtenu en déduisant de cette équation des équations équivalentes couplées régissant l'évolution du module $\rho(\vec{r}, t)$ et de la phase $S(\vec{r}, t)$ de la fonction d'onde $\varphi(\vec{r}, t)$. A la limite des grandes densités, une approximation analogue à l'approximation de Thomas-Fermi pour un potentiel V_{ext} dépendant du temps, permet alors de transformer ces équations en des équations hydrodynamiques décrivant l'écoulement d'un fluide. Quand le potentiel extérieur est harmonique et ne dépend du temps que par l'intermédiaire des fréquences propres du piège $\omega_i(t)$, ces équations peuvent être simplifiées et remplacées par des équations différentielles non linéaires qui se révèlent très commode pour étudier quantitativement les modes propres de vibration du condensat ou son expansion balistique quand le potentiel extérieur est coupé brusquement.

Plusieurs expériences récentes sont enfin passées en revue. Les observations expérimentales sont en bon accord avec les prédictions théoriques déduites de l'équation de Gross-Pitaevskii dépendant du temps, ce qui montre l'utilité d'une telle équation pour étudier la structure et la dynamique des condensats de Bose-Einstein.

*Les notes de cours sont disponibles sur le WEB
à l'adresse <http://www.lkb.ens.fr/~cct/cours/>*