



Université Lille Nord de France
Pôle de Recherche
et d'Enseignement Supérieur

Ecole doctorale régionale Sciences Pour l'Ingénieur Lille Nord-de-France - 072



Titre : Vortex dans les condensats de Bose-Einstein

Directeur de thèse : Dujardin Guillaume

E-mail : guillaume.dujardin@inria.fr

Co-directrice de thèse : Lacroix-Violet Ingrid

E-mail : ingrid.violet@univ-lille.fr

Laboratoire : Laboratoire Paul Painlevé

Equipe : ANEDP

Descriptif :

Les condensats de Bose-Einstein correspondent à un état de la matière atteint par un gaz de bosons dilué à des températures très basses : toutes les particules du gaz partagent le même état quantique et une seule fonction d'onde est suffisante pour décrire le système. Ce phénomène de condensation a été prédit par Bose et Einstein dans les années vingt et réalisé expérimentalement dans les années 90. Il constitue le premier exemple de manifestation de la mécanique quantique à l'échelle macroscopique. Dans la limite d'un fort confinement et d'une mise en rotation importante, la fonction d'onde décrivant le condensat présente des zéros appelés vortex. Ce sujet de thèse est consacré à l'analyse et la simulation de ces derniers.

Plus précisément nous envisageons trois axes de recherche.

Un premier axe est le développement et l'analyse de méthodes numériques d'intégration en temps pour l'équation de Gross-Pitaevskii avec rotation variable. Le but est de simuler efficacement la création dynamique des vortex dans un condensat à une seule espèce. L'étude théorique de ces vortex dans le référentiel tournant existe déjà par ailleurs.

Un deuxième axe concerne l'étude théorique des vortex apparaissant lorsque les condensats à plusieurs espèces sont mis en rotation. Le but est d'améliorer la classification existante dans la littérature physique et d'expliquer la localisation et le nombre des vortex dans ce cas.

Enfin, le troisième axe concerne le développement de méthodes numériques efficaces pour simuler statiquement les vortex dans les condensats multi-espèces. Il s'agit de développer des méthodes de minimisation de l'énergie de Gross-Pitaevskii dans ce cas. Le but est de guider l'intuition pour l'analyse théorique dans le second axe et ensuite d'en illustrer les résultats.

En fonction de l'avancement des travaux, des collaborations avec des physiciens expérimentateurs lillois sont possibles pour enrichir la compréhension des phénomènes d'apparition de vortex dans les condensats.