

### CONTRACTS DOCTORAUX 2023

Titre du projet de thèse : Simulations quantiques avec un condensat de Bose-Einstein

Directeur de thèse : Radu Chicireanu

#### Résumé du projet de thèse (en 20 lignes maximum) :

Comprendre la dynamique hors équilibre des systèmes quantiques en interaction est l'un des grands défis de la physique du XXI<sup>e</sup> siècle. En particulier, il est difficile de prédire la dynamique de tels systèmes par des simulations numériques, même sur les ordinateurs (classiques) les plus puissants. Récemment, une nouvelle approche a été adoptée, ouvrant des voies innovantes et prometteuses pour résoudre ces problèmes : concevoir des « simulateurs quantiques », c'est-à-dire des systèmes quantiques conçus artificiellement, qui soient à la fois très flexibles (avec un grand espace de paramètres contrôlables) et obéissent au même type d'Hamiltonien que nous voulons étudier. Ce faisant, on peut sonder leur comportement dans des situations bien contrôlées, première étape pour comprendre leur physique sous-jacente.

Dans cette thèse expérimentale, le candidat effectuera des simulations quantiques de problèmes de matière condensée et de thermodynamique quantique, utilisant des condensats de Bose-Einstein. Un condensat est un ensemble très froid d'atomes identiques qui, dans certaines situations, se comportent comme une seule particule). Grâce à des combinaisons de lasers et champs magnétiques, un grand nombre de paramètres du système peuvent être contrôlés expérimentalement : la force et la géométrie des potentiels extérieurs, les interactions, la dimensionnalité du système, etc. Les études s'effectueront en excitant le condensat de façon périodique, ou encore en changeant de manière non-adiabatique un des paramètres, et en mesurant le comportement du système face à ces perturbations.

### PhD GRANTS 2023

PhD project title: Quantum simulations with a Bose-Einstein condensate

PhD Supervisor: Radu Chicireanu

**PhD project summary (max. 20 lines):**

Understanding the non-equilibrium dynamics of interacting quantum systems is one of the great challenges of 21st century physics. In particular, it is difficult to predict the dynamics of such systems by numerical simulations, even on the most powerful (classical) computers. Recently, a new approach has been adopted, opening innovative and promising ways to solve these problems: designing "quantum simulators", i.e. artificially designed quantum systems, which are both very flexible (with a large space of controllable parameters) and obey the same type of Hamiltonian that we want to study. By doing so, one can probe their behavior in well-controlled situations, the first step to understanding their underlying physique.

In this experimental thesis, the candidate will perform quantum simulations of condensed matter and quantum thermodynamics problems, using Bose-Einstein condensates. A condensate is a very cold set of identical atoms which, in certain situations, behave like a single particle). Thanks to combinations of lasers and magnetic fields, a large number of system parameters can be controlled experimentally: the strength and geometry of the external potentials, the interactions, the dimensionality of the system, etc. The studies will be carried out by exciting the condensate periodically, or by changing one of the parameters non-adiabatically, and by measuring the behavior of the system in the face of these disturbances.