**Thomas CZUBA**

**Description des corrélations dans la dynamique des systèmes de fermions en interaction**

Résumé :

La dynamique d’un système quantique formée de particules en interaction devient rapidement impossible à décrire exactement lorsque le nombre de particules augmente. Ceci est une des principales difficultés dans la description des noyaux atomiques pouvant contenir plusieurs centaines de nucléons. Une approche simplifiée du problème consiste à supposer que certains degrés de liberté contiennent plus d’information que les autres. Une approximation classique est de se concentrer sur les degrés de liberté à un corps : la dynamique du système peut être approximativement décrite par un ensemble de particules se propageant dans un champ moyen effectif. Si l’approximation de champ moyen a permis de nombreuses avancées dans la compréhension théorique des propriétés des noyaux, il n’en reste pas moins qu’elle ne peut décrire un certain nombre de leurs propriétés, par exemple les effets des collisions directes entre les nucléons où les fluctuations quantiques des observables à un corps. L’objectif de la thèse est de rendre compte de ces corrélations au-delà de l’approximation de champ moyen afin d’améliorer la description dynamique des systèmes quantiques corrélés.

Une composante de la thèse a été d’étudier les méthodes qui permettent de traiter les collisions entre les particules en incluant le terme de Born au-delà du champ moyen. Ce terme est particulièrement complexe à cause d’effets non-locaux en temps, effets dits non-markoviens. Des simplifications possibles de ce terme, en vue de futures applications, ont été étudiées. Deux approches simplificatrices ont été proposées, l’une permettant de traiter ce terme à l’aide d’équations maîtresses, l’autre en s’affranchissant des intégrales en temps. La seconde partie de la thèse a été consacrée à l’amélioration de l’approximation de champ moyen afin de décrire les fluctuations quantiques. En se basant sur des méthodes d’espace des phases existantes, une nouvelle méthode, appelée «Hybrid Phase Space Method» (HPS) a été proposée. Cette méthode est une combinaison entre la théorie de champ moyen avec fluctuations initiales et une théorie où les degrés de liberté à deux corps sont propagés explicitement. Cette nouvelle approche a été testée avec succès pour la description d’un ensemble de fermions sur réseau, i.e, le modèle de Fermi-Hubbard et a donné de bien meilleurs résultats que les approches d’espace des phases précédemment utilisées pour décrire les systèmes corrélés, notamment dans un cas de couplage faible. Si cette nouvelle approximation donne des résultats intéressants, elle reste cependant numériquement assez lourde et empirique. Cela a conduit à étudier en détail les formalismes de Wigner-Weyl et de Bohm afin d’explorer de manière plus systématique les méthodes d’espace des phases et amené à la notion de trajectoire en mécanique quantique. La conclusion de cette étude, dont les tests ont été effectués sur l’effet tunnel, est qu’il est nécessaire que les trajectoires interfèrent entre elles au cours du temps pour bien reproduire les effets quantiques.