



Universiteit  
Leiden

The Netherlands

## Applications of AdS/CFT to strongly correlated matter: from numerics to experiments

Chagnet, N.

### Citation

Chagnet, N. (2024, June 11). *Applications of AdS/CFT to strongly correlated matter: from numerics to experiments*. Retrieved from <https://hdl.handle.net/1887/3762182>

Version: Publisher's Version

License: [Licence agreement concerning inclusion of doctoral thesis in the Institutional Repository of the University of Leiden](#)

Downloaded from: <https://hdl.handle.net/1887/3762182>

**Note:** To cite this publication please use the final published version (if applicable).

# Résumé

De par leur nature, les systèmes fortement couplés font à la fois partie des systèmes les plus intéressants, mais aussi partie des systèmes les moins compris de la physique. Sans l'appui de la théorie des perturbations ainsi que des autres outils usuels, les physiciens ont dû être créatifs afin de pouvoir sonder et étudier ces systèmes dans la limite de fort couplage. La correspondance AdS/CFT, qui est au cœur de cette thèse, s'est montrée très prometteuse dans l'étude de la physique de plusieurs systèmes de ce type, comme le plasma de quarks et de gluons ou encore les électrons fortement corrélés présents dans les phases métalliques des supraconducteurs à haute température de transition (ou cuprates).

La présente thèse apporte de nouveaux résultats issus de simulations numériques sur ce type de systèmes au chapitre 2, utilisant des modèles de trous noirs complexes et s'appuyant sur des algorithmes à haute performance. Les résultats de ces simulations illustrent une grande diversité de phénomènes ; les trous noirs avec un horizon des événements ondulatoire se comportent comme des fluides relativistes dans un potentiel périodique pour lesquels une description universelle hydrodynamique est présentée au chapitre 3. La précision avec laquelle ces modèles peuvent expliquer les propriétés de transport de ces systèmes à fort couplage, en dualité avec ces trous noirs, est une preuve que les électrons dans les cuprates se comporteraient plus comme un fluide que comme des boules de billard dans un métal traditionnel. Ce type de modèle de trous noirs demande une attention particulière afin d'être correctement définis, comme cela est expliqué au chapitre 4.

En tant que dualité mathématique, la correspondance AdS/CFT peut être appliquée à une vaste gamme de théories et de systèmes. Parmi les plus intéressants se trouve la question de l'existence d'une configuration de fermions dans un potentiel gravitationnel et électromagnétique stable dans un espace-temps AdS. Cette question reste sans réponse après une décennie de recherche. Au chapitre 5, nous présentons une amélioration des modèles précédents et nous nous rapprochons ainsi d'une solution à ce problème. Une autre problématique d'un intérêt notable est la question de la configuration d'intrication quantique de ces systèmes à fort couplage, pour lesquels il a été théorisé que la mesure de leurs propriétés d'intrication à longue distance pourrait être une source de leurs propriétés uniques. Une des quantités possibles pour cette mesure

qui a attiré beaucoup d'attention dans la communauté est la complexité, une analogie continue de la notion de complexité en informatique. Au chapitre 6, nous présentons une définition possible de cette notion pour les théories conformes des champs et nous mettons en évidence une connexion directe avec la géométrie de l'espace-temps Anti-de Sitter.

Le fil conducteur des résultats présentés dans cette dissertation est le pouvoir de prédiction des modèles gravitationnels vraisemblablement sans rapport avec les théories des champs quantiques à fort couplage et en dimension réduite. Ces théories *holographiques* fournissent des exemples numériques résolubles de systèmes à fortes interactions qui sont autrement hors d'atteinte des méthodes conventionnelles.