

Exercice Modèle d'Ising 1D

Introduction au modèle d'Ising 1D

Le modèle d'Ising est un modèle mathématique utilisé en physique statistique pour décrire les interactions entre les spins de particules magnétiques. Dans sa forme la plus simple, un modèle d'Ising en une dimension (1D) représente une chaîne linéaire de spins qui peuvent interagir avec leurs voisins immédiats.

Le modèle d'Ising est utile pour étudier les transitions de phase et les phénomènes de magnétisme dans les matériaux. En utilisant un circuit quantique, nous pouvons simuler ce modèle et observer son comportement dynamique.

Dans un modèle d'Ising 1D, les qubits représentent des spins qui peuvent interagir avec leurs voisins immédiats. Pour simuler ces interactions sur un circuit quantique, nous utilisons des portes CNOT pour créer des intrications entre les qubits voisins et des portes de rotation pour simuler l'évolution temporelle des spins.

Objectif

L'objectif de ce TP est de simuler l'évolution d'un modèle d'Ising 1D sur un circuit quantique. Vous utiliserez des portes de rotation et des portes CNOT pour représenter les interactions du modèle d'Ising.

Étape 1 : Création des registres quantiques et du circuit

Instructions :

- Créez un registre quantique avec n qubits.
- Créez un registre classique avec n bits pour mesurer les résultats.
- Créez un circuit quantique en utilisant ces registres.

Étape 2 : Préparation de l'état initial

Instructions :

- Appliquez une porte Hadamard à chaque qubit pour les mettre en superposition.

Étape 3 : Simulation des interactions du modèle d'Ising

Instructions :

Appliquer une porte CNOT entre chaque paire de qubits voisins :

La porte CNOT (Controlled-NOT) est utilisée pour créer des intrications entre les qubits. En appliquant une porte CNOT entre chaque paire de qubits voisins, nous simulons l'interaction de spin-spin dans le modèle d'Ising.

Appliquer une rotation R_z sur chaque qubit :

La rotation R_z est utilisée pour simuler l'évolution temporelle des spins. Cette rotation est appliquée après chaque interaction pour représenter l'effet du champ magnétique sur les spins. Nous utiliserons pour cela `qc.rz`

Répéter ces étapes pour le nombre de pas de temps souhaité :

Pour simuler l'évolution du système sur plusieurs pas de temps, nous répétons les étapes d'application des portes CNOT et des rotations R_z pour le nombre de pas de temps défini. Pour cela, ajoutez une variable `steps` simulant le nombre de fois à exécuter les opérations. Bouclez ensuite vos opérations pour chaque `steps` défini.

Étape 4 : Mesurer les qubits

Instructions :

- Ajoutez des opérations de mesure pour chaque qubit.
- Exécutez le circuit et affichez les résultats..