

Présentation pédagogique

Le but de cette UE est de faire découvrir les concepts et enjeux d l'information quantique aux étudiants dès la licence. Ce domaine en très forte expansion actuellement, rassemble des concepts de physique quantique et d'informatique, et donne lieu à des développements qu'ils soient fondamentaux au sein de laboratoires de recherche, ou plus appliqués au sein d'entreprises ou de start-up. Le cours met l'accent sur les fondements de l'information quantique, à l'interface entre la physique et l'informatique. Il aborde les notions d'opérateur densité pour à la fois définir l'intrication et prendre en compte les systèmes imparfaits. Puis seront abordés successivement les circuits quantiques et les portes à un et deux qubits, les algorithmes quantiques (Grover et Shor en particulier) et la correction d'erreur.

Prérequis

Physique : connaissance des bases de la mécanique quantique (espace de Hilbert et vecteur d'état, hamiltonien, équation d'évolution, notation de Dirac, oscillateur harmonique quantique).

Thèmes abordés

- **Introduction** : les domaines et enjeux de l'information quantique
- **Formalisme** : opérateur densité, produit tensoriel, théorie de la mesure. Exemples basés sur les photons uniques et les atomes à deux niveaux.
- **Les circuits quantiques** : notion de qubit, portes logiques à un et deux qubits, Téléportation quantique.
- **Les algorithmes quantiques** : Principe générale, algorithmes de Deutsch, Grover et Shor.
- **La correction d'erreur** : théorie de la mesure généralisée (POVM), erreurs de bit et phase flip, code de Shor à 9 qubits.
- **Extensions** : d'autres aspects de l'information quantique sont abordés sous forme de projets.

Acquis attendus à l'issue de l'UE

Comprendre un nouveau domaine scientifique, tout d'abord dans ces aspects techniques (qubits, opérateur densité, circuits, algorithmes et correction d'erreur), mais aussi dans la compréhension des supports physiques de l'information quantique et les enjeux et perspectives du domaine.

Organisation pédagogique

2h de cours et de TD par semaine. Les étudiants doivent également travailler en petit groupe sur un projet dont les résultats sont présentés en fin de semestres. Des séances de TD sont dédiées au travail sur les projets. La dernière séance de cours est dédiée à la visite d'une entreprise de l'information quantique.

Ouvrages de référence

Quantum Information, Stephen Barnett, Oxford Master Series in Physics, Oxford University Press

Quantum Computation and Quantum Information, Michael A. Nielsen, Isaac L. Chuang, Cambridge University Press

Informations pratiques

Crédits

6 ECTS

Période d'enseignement :

2^{ème} semestre de L3 (S6).

Enseignement à distance :

Non

Enseignement en présentiel :

Oui

Volume horaire :

CM : 24h

TD : 24h

Travail personnel de l'étudiant : 50h

Contact

Nicolas TREPS