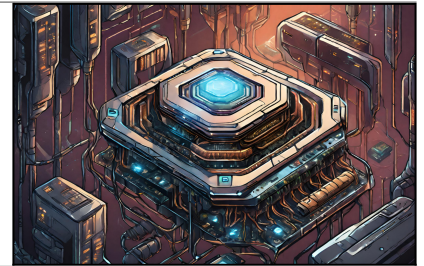


## QC5 | Introduction au calcul quantique



### Nouvelle Formation

NIVEAU : ADVANCED

**Publics :** Ingénieur·e, technicien·ne ou scientifique souhaitant comprendre les notions de base et mieux appréhender les enjeux applicatifs de l'information quantique, notamment les applications au calcul quantique.

**Prérequis :** Bases d'algèbre linéaire (espace vectoriel, produit scalaire, projecteur, etc.) sont nécessaires. Familiarité avec un langage de programmation (Python par exemple).

**Responsable(s) pédagogique(s) :** Yvan LE BORGNE - Chargé de recherche CNRS

**Langue de la formation :** French

**Capacité maximum :** 12

**Prix :** 1400€ HT - **Durée :** 2 jours - 14 h

### Objectifs

- ▶ Intégrer les fondements de la mécanique quantique
- ▶ Implémenter des circuits quantiques
- ▶ Distinguer les algorithmes quantiques historiques
- ▶ Définir le fonctionnement des codes quantiques
- ▶ Identifier les algorithmes quantiques avancés et leurs applications modernes

### Thèmes abordés

Théorie de la mécanique quantique  
Portes quantiques et circuits quantiques  
Algorithmique quantique, implémentations et applications  
L'ordinateur quantique, ses limites et défis  
Codes quantiques

---

## QC5 | Introduction au calcul quantique

---

### Le programme

Introduction

Survol de la mécanique quantique

Circuits Quantiques

- ▶ Registres et portes quantiques
- ▶ Premiers circuits (pour reproduire l'interféromètre de Mach-Zehnder, construire les états maximales intriqués de Bell, le protocole théorique de distribution de clés BB84 utilisant le théorème de non-clonage, la téléportation quantique)
- ▶ Exemples d'implémentation dans un simulateur classique de circuits quantiques

Premiers algorithmes quantiques

- ▶ Algorithmes de Deutsch-Jozsa, Bernstein-Vazirani, Simon
- ▶ La transformée de Fourier quantique : brique de base pour de nombreux algorithmes
- ▶ Première application majeure : la factorisation de Shor et ses implications en cryptographie
- ▶ Travaux pratiques - Implémentation dans un simulateur de certains circuits présentés et de la marche quantique d'Hadamard

Défis à la construction d'un ordinateur quantique

- ▶ Variétés des supports physiques pour le calcul quantique
- ▶ Importance et contrôle des erreurs
- ▶ Tentatives de démonstration de suprématies quantiques

Codes quantiques correcteurs d'erreur

- ▶ Principes généraux
- ▶ Code de Shor
- ▶ Théorème du seuil
- ▶ Travaux pratiques - Simulations avec erreur

Algorithmes quantiques avancés et applications modernes

- ▶ Algorithmes pour la simulation hamiltonienne (gains exponentiels, applications)
- ▶ Algorithmes pour l'optimisation (heuristiques, gains polynomiaux, applications)

### Méthodologie et évaluation

Questionnaire de positionnement

Exposés et exercices sur ordinateur

Démonstrations interactives

QCM en fin de formation