

# 3IF2090 - Programmation quantique pour DL

Responsables : **Benoit VALIRON**

Langues d'enseignement : **FRANCAIS**

Campus où le cours est proposé : **CAMPUS DE PARIS - SACLAY**

Nombre d'heures d'études élèves (HEE) : **40**

Nombre d'heures présentielles d'enseignement (HPE) : **21**

Année académique : **2024-2025**

Niveau avancé : **non**

---

## Présentation, objectifs généraux du cours :

L'informatique quantique est un modèle de calcul susceptible de révolutionner un certain nombre de domaines: calcul haute-performance, chimie, cryptographie, apprentissage automatique... Ce cours présente ce qu'est l'informatique quantique, ses forces et faiblesses et comment se programme un ordinateur quantique. Pour illustrer le propos seront présentés l'algorithme de factorisation de Shor ainsi que quelques algorithmes récents en rapport avec l'apprentissage automatique.

Il est à noter que le cours est assez mathématique: les algorithmes quantiques fonctionnent en grande partie grâce à des propriétés algébriques spécifiques aux espaces de Hilbert, que le cours aura à cœur de décrypter..

## Période(s) du cours (n° de séquence ou hors séquence) :

SM10

## Prérequis :

Cursus commun en informatique ; Bases en algèbre linéaire. Une connaissance de la mécanique quantique peut aider, mais n'est pas nécessaire.

## Plan détaillé du cours (contenu) :

- Modèle de calcul quantique: notions mathématiques
- Ensembles d'instructions quantiques, circuits quantiques et programmation quantique
- Implémentation physique, correction d'erreurs
- Sous-routines quantiques, algorithme de Shor
- Discussion sur le gain en complexité
- Méthodes variationnelles: VQE, QAOA.

## Déroulement, organisation du cours :

Le cours module théorie et application, la théorie servant de fil directeur pour une compréhension fine des processus en jeu dans les outils et méthodes présentés en TP.

## Organisation de l'évaluation :

L'évaluation consiste en du contrôle continu et un projet noté.

## Moyens :

Les séances présentent de manière incrémentale les notions nécessaires. Chaque notion est présentée de partie théorique (en CM) puis mise en application, par des TDs sur papier et des travaux pratiques sur machine.

## Acquis d'apprentissage visés dans le cours :

A l'issue de ce cours, les étudiants seront capables de:

- Décrire les différences entre le calcul quantique et le calcul classique.
- Discerner les gains de performances potentiels des algorithmes quantiques et classiques.
- Évaluer les applications métier du calcul quantique.
- Déterminer les exigences techniques des ordinateurs quantiques pour exécuter de manière réaliste de grands algorithmes quantiques.

## Description des compétences acquises à l'issue du cours :

Skill C2.1 - Avoir approfondi un domaine ou une discipline relatifs aux sciences fondamentales ou aux sciences de l'ingénieur

Skill C6.4 : Solve problems through mastery of computational thinking skills.

## Bibliographie :

- Michael Nielsen and Isaac Chuang. Quantum Computation and Quantum Information: 10th Anniversary Edition. Cambridge University Press. 2010
- Peter Wittek. Quantum Machine Learning. Elsevier. 2014
- N. David Mermin. Quantum Computer Science: An Introduction. Cambridge University Press. 2004