

Code cours	Titre de l'activité	
Niveau : L1/L2/L3/M1/M2	Semestre : Automne/Printemps	Équivalent poids ECTS :
Volume horaire total :	Volume horaire en face-à-face : 32 heures	/ / / (CM/TD/TP/Examen)
Langues : Français / Anglais	Enseignant référent : Olivier Ezratty	

Prérequis

Connaissances de base en mathématique : notions sur les vecteurs, les matrices et les nombres complexes.

Connaissances de base en physique : atomes, électrons, photons.

Connaissances de base en informatique : algorithmes, programmation, architectures d'ordinateurs.

Résumé du cours

Cette mineure constituée de 12 modules de 3h permet de découvrir les technologies de l'informatique quantique intégrant le calcul, la cryptographie et les télécommunications quantique. Les modules couvrent le sujet à 360° et intègrent une partie sur les fondamentaux de la physique quantique, sur ses sous-jacents mathématiques comme l'algèbre linéaire, sur le fonctionnement logique et matériel des ordinateurs quantiques, sur l'état de l'art des machines existantes et à venir, sur l'ingénierie associée. Ils couvrent ensuite la partie algorithmes, outils de développement, logiciels et usages. Un module est dédié à la cryptographie et aux télécommunications quantiques. Les derniers modules couvrent les dimensions sociétales et économiques de l'informatique quantique et servent notamment à développer un esprit critique éclairé sur la question. La mineure se termine par un contrôle des connaissances sous la forme d'un QCM.

Contenu et plan du cours

1 - Histoire et fondamentaux de la physique quantique : 3h – Olivier Ezratty.

2 - Fondamentaux des qubits avec éléments mathématiques : 3h – Olivier Ezratty.

3 - Ingénierie du calcul quantique : 3h – Olivier Ezratty.

4 - Architecture d'un ordinateur quantique et technologies habilitantes : 3h – Olivier Ezratty.

5 - Différents types de qubits et de calculateurs quantiques : 3h – Olivier Ezratty.

6 - Algorithmie quantique 1 : 3h - David Herrera-Marti, chercheur au CEA-LIST.

7 - Algorithmie quantique 2 : 3h - David Herrera-Marti.

8 - Outils de développement : 3h - David Herrera-Marti.

9 - Cas d'usage métiers et offres clouds : 3h – Olivier Ezratty avec Georges Uzbelger d'IBM.

10 - Télécommunications et cryptographie quantique : 3h – Eleni Diamanti, Directrice de Recherche au CNRS, au laboratoire LIP6 de Sorbonne Université.

11 - Questions sociétales, fausses sciences et fact-checking : 3h, Fanny Bouton (OVHcloud) et Olivier Ezratty.

12 - Écosystème du marché, startups et opportunités : 3h – Christophe Jurczak, Directeur Général du fonds d'investissement quantique Quantonation.

Format des activités

Formats des activités pédagogiques :

- Cours magistraux/MIMO.
- Expérimentation de programmation quantique en ligne avec Quirk et Qiskit.
- QCM en fin de parcours.

Acquis d'apprentissage attendus

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

- Maîtriser le jargon de l'informatique quantique.
- Avoir une idée de la roadmap de réalisation des technologies quantiques.
- Comprendre les usages de ces technologies chez les clients.
- Comprendre les défis scientifiques et technologiques restant à résoudre.

Évaluation des acquis d'apprentissage attendus

- QCM en ligne.

Formule de calcul de la note finale

60% sur le QCM.

40% sur l'interaction avec les intervenants pendant les cours.

Références et bibliographie

« Comprendre l'informatique quantique », Olivier Ezratty, Septembre 2020 (684 pages).

<https://www.oezratty.net/wordpress/2020/comprendre-informatique-quantique-edition-2020/>

Puis « Understanding Quantum Technologies » du même auteur, Septembre 2021 (à paraître), (784 pages) qui en est une version actualisée en anglais.