

Information quantique et calcul quantique – une introduction. (15h)

Contexte, problématique : En sciences et technologies de l'information et de la communication (STIC), le quantique intervient lorsque l'on pousse les dispositifs physiques vers leurs limites, par la miniaturisation et autres avancées technologiques, comme avec les nanotechnologies par exemple. On se tourne aussi vers le quantique afin de tirer parti de propriétés spécifiques inexistantes en classique, qui offrent des possibilités radicalement nouvelles pour le traitement de l'information, et que l'on cherche à maîtriser pour les ordinateurs quantiques notamment.

Objectifs pédagogiques : Proposer une introduction, au niveau doctoral, sur l'information quantique et le calcul quantique, dans le contexte des STIC.

Description détaillée du contenu : Seront exposées, de façon progressive, des notions de base pour l'information quantique et le calcul quantique, avec des illustrations de leurs potentialités et apports spécifiques pour le traitement de l'information [1-4]. Seront aussi évoqués des questions actuellement ouvertes dans ce domaine de recherche, ainsi que des résultats récents d'information quantique obtenus au laboratoire LARIS de l'Université d'Angers [5-9]. Le cours de 15 heures se structurera selon le programme indicatif suivant :

- Espace de Hilbert des états quantiques. Mesures projectives. Observables. Le qubit.
- Évolutions unitaires. Portes et circuits quantiques. Parallélisme, intrication.
- Algorithme de Deutsch-Jozsa pour le test parallèle d'une fonction.
- Codage superdense. Téléportation. Cryptographie quantique.
- Algorithme de recherche de Grover. Algorithme de Shor pour la factorisation.
- Corrélations quantiques non locales : expérience EPR, inégalités de Bell, états intriqués GHZ.
- Opérateur densité. Mesures généralisées.
- Évolutions non unitaires. Décomposition de Kraus. Décohérence et bruits quantiques.
- Détection et estimation des états quantiques.
- Formulation quantique de la théorie statistique de l'information de Shannon.

- [1] M. A. Nielsen, I. L. Chuang, "Quantum Computation and Quantum Information", Cambridge University Press, 2000.
- [2] E. Desurvire, "Classical and Quantum Information Theory - An Introduction for the Telecom Scientist", Cambridge University Press, 2009.
- [3] M. M. Wilde, "Quantum Information Theory", Cambridge University Press, 2013.
- [4] C. H. Bennett, P. W. Shor, "Quantum information theory", *IEEE Transactions on Information Theory*, vol. 44, pp. 2724-2742, 1998.
- [5] F. Chapeau-Blondeau; "Quantum state discrimination and enhancement by noise"; *Physics Letters A*, vol. 378, pp. 2128-2136, 2014.
- [6] F. Chapeau-Blondeau; "Tsallis entropy for assessing quantum correlation with Bell-type inequalities in EPR experiment"; *Physica A*, vol. 414, pp. 204-215, 2014.
- [7] F. Chapeau-Blondeau; "Optimization of quantum states for signaling across an arbitrary qubit noise channel with minimum-error detection"; *IEEE Transactions on Information Theory*, vol. 61, pp. 4500-4510, 2015.
- [8] F. Chapeau-Blondeau; "Détection quantique optimale sur un qubit bruité"; Actes du 25ème Colloque GRETSI sur le Traitement du Signal et des Images, Lyon, France, 8-11 sept. 2015.
- [9] F. Chapeau-Blondeau; "Optimizing qubit phase estimation"; *Physical Review A*, vol. 94, n° 022334, 1-14, 2016.

Assuré à l'ISTIA, École d'Ingénieurs de l'Université d'Angers, 62 avenue Notre Dame du Lac, 49000 Angers, en salle 12 (RdC), 9h-12h30 et 14h-18h, les mercredis 22 et 29 mars 2017.

Description sur le siteweb de l'ED STIM, module STIM20,

<http://www.edstim.fr/formation-doctorale/modules-scientifiques/>

Inscription sur le siteweb L'UNAM Docteur, <http://ludoc.lunam.fr>
