



# Opinions Libres

le blog d'Olivier Ezratty

## Approfondir les cat-qubits avec Mazyar Mirrahimi

Dans ce 33<sup>e</sup> épisode des entretiens Decode Quantum coproduits avec **Frenchweb**, Fanny Bouton et moi-même recevions **Mazyar Mirrahimi**, une belle occasion d'en savoir plus au sujet de son domaine de prédilection, les fameux cat-qubits, une technologie utilisée en particulier par la startup française Alice&Bob dont nous avons reçu les cofondateurs **Théau Peronin** et **Raphaël Lescanne** en 2020.



Mazyar Mirrahimi est directeur de recherche à l'Inria et en charge de l'équipe Quantic, qui associe aussi l'école des Mines de Paris, l'ENS Paris, le CNRS et Sorbonne Université. A l'origine, Mazyar était mathématicien, après des études à Téhéran. Il a même gagné la médaille d'argent des olympiades internationales de mathématiques. Après de études à l'École Polytechnique, il a réalisé une thèse, soutenue en 2005. Il est aussi passé par Caltech et Yale et nous raconte tout cela dans le podcast.

Vous pouvez découvrir sa **biographie détaillée** dans cette publication d'Inria de 2019.

Dans le podcast, nous évoquons :

- Ce qui l'a fait passer des mathématiques à la physique quantique et pourquoi ces deux disciplines se complètent bien.
- Comment il s'est formé un peu tout seul à la physique quantique, notamment en suivant les **cours de Serge Haroche** au Collège de France. Ces cours s'étalent entre 2001 et 2015 et sont toujours accessibles sur le site du Collège de France et restent de belles références pédagogiques sur la physique quantique et notamment l'électrodynamique quantique (QED) qui est à la base des qubits à base d'atomes froids (version Cavity QED) et des qubits supraconducteurs (version Circuit QED).
- Sa thèse réalisée sous la direction de Pierre Rouchon, professeur de l'École des Mines de Paris, qui était

aussi enseignant à l'École Polytechnique : « **Dynamique et contrôle des systèmes quantiques** » soutenue en 2005.

- Comment il est aussi intéressé à la mesure quantique, notamment dans une publication de 2010 avec Serge Haroche comme co-auteur. Voir **Quantum feedback by discrete quantum nondemolition measurements: Towards on-demand generation of photon-number states**, par Igor Dotsenko, Mazyar Mirrahimi, Michel Brune, Serge Haroche, Jean-Michel Raimond et Pierre Rouchon, 2010 (9 pages).
- Sa définition de la mesure quantique non destructive (QND).
- Comment il est allé aux USA, notamment à Yale, du fait d'une rencontre avec Michel Devoret qui délivrait aussi des **cours de physique quantique** au Collège de France, entre 2006 et 2012.
- Évidemment, l'histoire des qubits de chats qui démarre en 2012 avec le papier fondateur **Hardware-efficient autonomous quantum memory protection**, par Zaki Leghtas, Gerhard Kirchmair, Brian Vlastakis, Robert J. Schoelkopf, Michel H. Devoret et Mazyar Mirrahimi, 2013 (5 pages). Il correspondait au résultat de la thèse de Zaki Leghtas réalisée sous sa direction entre 2009 et 2012. Voir aussi **Dynamically protected cat-qubits: a new paradigm for universal quantum computation** par Mazyar Mirrahimi, Zaki Leghtas, Victor V. Albert, Steven Touzard, Robert J. Schoelkopf, Liang Jiang, et Michel H. Devoret, 2013 (28 pages).
- Les évolutions progressives du concept des qubits de chat et leur concept sous-jacent avec notamment le pivot en 2014 concernant l'usage d'éléments non linéaires et l'exploitation d'un couplage avec un transmon pour le contrôle du qubit de chat en tirant parti de sa non-linéarité.
- Les modèles de pilotage des qubits de chat et les portes quantiques de bas niveau associées.
- Combien de qubits de chats physiques sont nécessaires pour créer des qubits logiques corrigés. Les codes de correction d'erreurs associés. Quelle taille ont ces qubits ? Quelle connectivité est possible entre ces qubits ? Comment scaler ? L'état de l'art expérimental de ces qubits et son évolution depuis 2015.
- Les variantes des qubits de chats entre celles d'Alice&Bob, Amazon et d'Alexandre Blais à l'Université de Sherbrooke au Québec, entre autres.
- Enfin, nous abordons bien évidemment l'histoire de la création de la startup **Alice&Bob** par Théau Peronnin et Raphaël Lescanne.

Dans le prochain épisode de **Decode Quantum**, nous irons refaire un tour du côté de la photonique en compagnie des équipes de la société **Cailabs**, en compagnie de Jean-François Morizur et Nicolas Treps.

Cet article a été publié le 18 novembre 2021 et édité en PDF le 23 décembre 2021.  
(cc) Olivier Ezratty – “Opinions Libres” – <https://www.oezratty.net>