



Actualités quantiques de janvier 2024

Ce 55^e épisode du podcast Quantum fait le point sur les événements et l'actualité scientifique des technologies quantiques en français du mois de janvier 2024 et je suis toujours avec **Fanny Bouton**.

En voici les points clés et liens utiles associés :

Événements

Vidéos et présentations de la Q2B Silicon Valley 2023

Les **vidéos** et **présentations** de la conférence Q2B de Santa Clara de début décembre 2023 sont toutes disponibles sur YouTube. Il y a de quoi s'occuper avec plus de 3 Go de slides et des heures et des heures de conférence.

On y trouve notamment les interventions de John Preskill, Scott Aaronson, des startups Rigetti, QuEra et Quantum Machines, ainsi que deux présentations sur le marché des capteurs quantiques par David Shaw de GQI et Jean-François Bobier du BCG. A noter l'intervention de Vladan Vuletic du MIT qui décrit l'expérience des premiers qubits logiques à base d'atomes neutres réalisée par l'équipe de Mikhail Lukin et annoncée début décembre 2023. Il y avait aussi une présentation conjointe d'Alice&Bob (Théau Peronnin) et Quantum Machines (Yonathan Cohen).

SPIE Photonic West au Moscone Center de San Francisco

Cette conférence avait lieu du 30 janvier au 1^{er} février 2024. Quandela y participait ainsi que Stephanie Simmons de Photonic Inc. (Canada). Elle présentait en public son blueprint de qubits à carbure de silicium contrôlés par des réseaux de photons, que nous avons évoqué dans un **épisode passé**.

Quantum Internet Hackathon international

Ce **hackathon international** est organisé dans quatre pays européens par la Quantum Internet Alliance : Delft (Pays-Bas), Dresde (Allemagne), Paris et Poznań Supercomputing and Networking Center (Pologne). Il a lieu les 15 et 16 février 2024. Les **défis** du hackathon consistent à créer des "quantum network applications", simulation de communications quantiques utilisant le simulateur SquidASM de Delft. Il est organisé notamment avec le soutien de Veriqloud.

IBM Yorktown

Fanny et moi-même feront un tour à **IBM Yorktown** fin février pour y rencontrer les équipes de recherche, découvrir leur System Two et aussi enregistrer un épisode des entretiens Decode Quantum avec Jay Gambetta, le VP en charge du quantique chez eux. Nous visiterons quelques autres startups dans l'Etat de New York et

vous raconterons tout cela au prochain épisode de Quantum.

Journée nationale de la stratégie quantique

Elle aura lieu le 6 mars à Paris et fera le point sur son avancement. Elle est organisée par le SGPI. [Lien pour l'inscription.](#)

Q2B Paris 2024

Elle a lieu les 7 et 8 mars et est coorganisée avec Bpifrance. J'y interviendrai pour faire un point d'ensemble sur la QEC et le FTQC le 8 mars après-midi, juste avant d'autres interventions comme celle d'Alice&Bob. Fanny intervient aussi dans un panel. [L'agenda est disponible.](#)

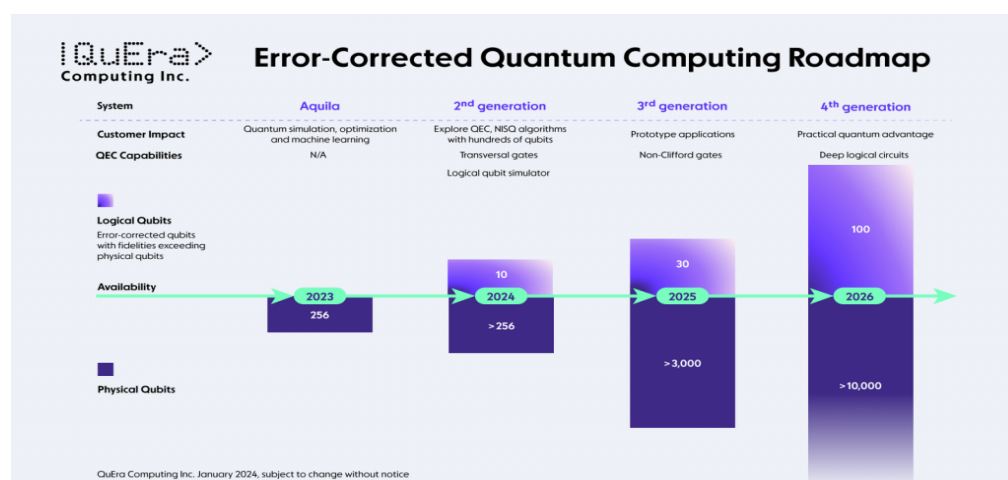
APS March meeting 2024

Cette grande conférence qui rassemble 13 000 physiciens venant du monde entier a lieu cette année à Minneapolis début mars. Nos chercheurs et startups y seront présents, notamment ceux d'Alice&Bob qui y présenteront les résultats documentés de leur premier qubit logique.

Science et industrie du quantique

Roadmap QuEra jusqu'à 100 qubits logiques

QuEra faisait une annonce de sa **roadmap** le 9 janvier 2024. Ils prévoient d'atteindre 100 qubits logiques avec 10 000 qubits physiques dès 2026, ce qui semble très ambitieux. Cela fait suite à l'annonce de leurs premiers 48 qubits logiques avec 280 qubits physiques faite en décembre 2023. Cf **Logical quantum processor based on reconfigurable atom arrays** by Dolev Bluvstein, Mikhail D. Lukin et al, Nature, December 2023 (42 pages) et [l'accès ouvert](#) à l'article dans Nature ainsi que la [version arXiv](#). Ce papier est très riche et complexe à analyser au vu des différents protocoles expérimentés (plusieurs codes de correction d'erreur, plusieurs méthodes d'évaluation, techniques de déplacement des atomes pour créer des portes à deux qubits et mesurer l'état des qubits, etc.).



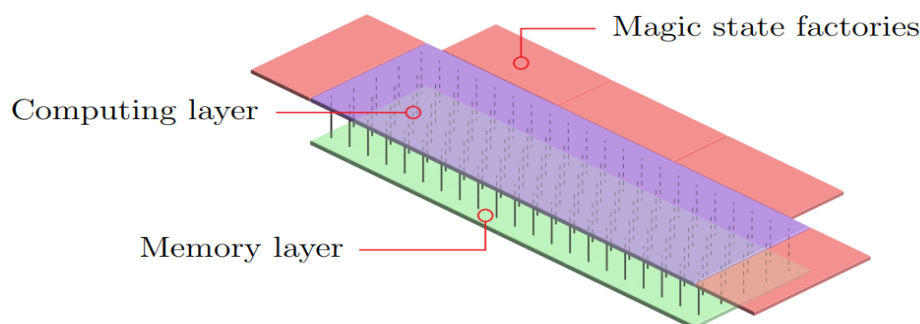
J'ai au passage trouvé où y sont documentées les fidélités des portes à deux qubits qui s'améliorent avec la taille du surface code utilisé (89% et 97%), mais sont bien en-dessous de la fidélité des portes physiques à deux qubits (99.5%). Et là, ils prévoient d'obtenir 10^{-6} d'erreurs pour 100 qubits physiques par qubits logiques.

Roadmap d'Alice&Bob aussi jusqu'à 100 qubits logiques

Alice&Bob présentait aussi sa roadmap pour atteindre 100 qubits logiques, le 23 janvier. Après avoir créé une

puce de 16 qubits physiques pour tester leur premier qubit logique, ils prévoient de créer 100 qubits logiques avec moins de 1500 qubits physiques grâce à une combinaison de qubits physiques plus efficaces et de codes de correction d'erreur dits « classiques » LDPC en 2D. Le tout avec des taux d'erreurs de portes logiques avoisinant les 10^{-8} . Et tout cela avant la fin de la décennie.

C'est associé au preprint arXiv **LDPC-cat codes for low-overhead quantum computing in 2D** par Diego Ruiz, Jérémie Guillaud, Anthony Leverrier, Mazyar Mirrahimi, et Christophe Vuillot, Janvier 2024 (23 pages). L'architecture comprend des qubits pour le stockage des données et pour le calcul.



A noter l'interview de leur chairman exécutif Elie Girard dans un **podcast** de Challenges.

IonQ atteint 35 qubits utiles

IonQ a **benchmarké** 35 “qubits algorithmiques” utiles avec leur système IonQ Forte sur une machine qui dispose de 36 qubits. Le QPU supporte des programmes de près de 1000 portes à deux qubits et a été testé sur de la QPE (estimation de phase, utile en chimie quantique) et de la QFT (transformée de Fourier quantique, utile dans la QPE et plein d'autres algorithmes).

Quandela et le projet EPIQUE

Quandela est impliqué dans le **projet européen EPIQUE** avec Sapienza de Rome et l'équipe de Fabio Sciarino. Cela porte sur la création et l'utilisation de cluster states. Ils participent aussi (en étant non financés) au **projet OQuLus** du PEPR (programmes et équipements prioritaires de recherche) sur le calcul photonique avec tout l'écosystème de la recherche en photonique quantique français (CEA, CNRS, Universités). L'objectif est la création d'ordinateurs quantiques photoniques :

- En variables discrètes (DV), avec un prototype de 8 qubits utilisant des boîtes quantiques émettant des photons uniques et intriqués, couplées à des circuits de calcul reconfigurables (puces photoniques) en nitrure de silicium à très faible perte.
- En variables continues (CV), utilisant des modes temps-fréquence créant des clusters de 10 nœuds à 10 000 nœuds qui seront combinés à l'addition ou la soustraction de photons, sélectives en mode, pour mettre en oeuvre des opérations non gaussiennes.

La Chine et les qubits supraconducteurs

Après Alibaba, Baidu jette aussi l'éponge sur le quantique. Dans les deux cas, les investissements étaient limités, avec une trentaine de personnes dans les deux cas. Alibaba était compétitif avec ses qubits supraconducteurs fluxonium mais la société ne va pas bien. Baidu va mieux mais ses qubits supraconducteurs n'étaient pas compétitifs, notamment face à ceux d'IBM. Ils ont tous les deux fait **don de leur matériel** à des universités chinoises, faute de mieux.

Il reste toutefois **Origin Quantum** et **SpinQ** dans les qubits supraconducteurs. Origin Quantum a d'ailleurs lancé Wukong dans le cloud avec 72 qubits, mais avec des fidélités pas documentées que l'on suppose peu excellentes.

En attendant, des laboratoires de recherche académiques chinois ont réussi à créer un état intriqué de type GHZ de 60 qubits (j'avais repéré un tel **état de 65 qubits** réalisé sur QPU IBM). Voir **Schrödinger cats growing up to 60 qubits and dancing in a cat scar enforced discrete time crystal** par Zehang Bao et al, arXiv, Janvier 2024 (35 pages).

Taiwan créé 5 qubits supraconducteurs

Un laboratoire public a réalisé un processeur expérimental de **5 qubits supraconducteurs** à Taiwan. C'est un début. Et pas de fidélités présentées. Cela correspond à l'état de l'art d'IBM en 2016. Il y a encore de la marge !

Des qubits fluxonium en France

Ce type de qubits est aussi expérimenté au CEA, comme quoi il y a de la diversité technologique explorée en France, ce qui peut avoir de retombées dans différents domaines. A noter qu'Emmanuel Flurin, coauteur de ce papier et chercheur au SPEC du CEA Saclay, collabore aussi avec Alice&Bob.

Voir **High-Sensitivity ac-Charge Detection with a MHz-Frequency Fluxonium Qubit** by B.-L. Najera-Santos, R. Rousseau, K. Gerashchenko, H. Patange, A. Riva, M. Villiers, T. Briant, P.-F. Cohadon, A. Heidmann, J. Palomo, M. Rosticher, H. le Sueur, A. Sarlette, W. C. Smith, Z. Leghtas, E. Flurin, T. Jacqmin, et S. Deléglise, Physical Review X, Janvier 2024 (18 pages).

Pasqal ouvre un bureau en Corée

Roberto Mauro en prend la direction. C'est un ancien de Samsung que j'ai croisé dans une de mes anciennes vies, liée à la TV numérique (période de 2006 à 2013...). Pasqal a aussi signé un **partenariat avec le centre de recherche KAIST**, qui se situe dans la lignée de la création d'un écosystème de création d'applicatifs.

D-Wave

Ils passent de **500 à 1200 qubits** en mode annealing pour leur nouvelle génération Advantage 2 sachant que l'objectif est d'atteindre 7000 qubits. Ce sont des qubits moins bruités et disposant d'une meilleure connectivité, ce qui permet de faciliter l'embedding de problèmes d'optimisation. Il est cependant curieux qu'ils évoluent comme cela étape par étape pour créer cette nouvelle génération de processeurs annoncée en 2020. Ils prennent leur temps !

PQC risquée

On lit à droite et à gauche que les algorithmes de PQC sélectionnés par le NIST **ne sont pas si sécurisés que cela**.

QKD pas prête

C'est ce que disent de manière répétée plusieurs agences de sécurité européennes, qui viennent de publier un **mémo réalisé à plusieurs** avec l'Allemagne (BSI), la France (ANSSI), UK (GCHQ) et la Suède. Ils invoquent toujours les mêmes raisons, notamment les questions de coût d'infrastructure et le risque de déni de service, et pour la QKD à base d'intrication, l'absence de répéteurs adaptés. Mais bon, il faut aussi encourager la recherche dans ces domaines.

Benchmark d'émulateurs

Un benchmark réalisé par l'équipe de Cornelius Hempel de PSI avec ETH Zurich et EPFL compare pour la première fois des dizaines d'émulateurs de code quantique. Voir **Benchmarking quantum computer simulation software packages** by Amit Jamadagni, Andreas M. Läuchli, et Cornelius Hempel, arXiv, Janvier 2024 (18 pages).

C'est une bonne nouvelle pour MIMIQ de la startup strasbourgeoise **QPerfect**. MIMIQ est un émulateur de vecteur d'état qui utilise les instructions à bas niveau de CPU et diverses optimisations mémoire. Il émule le vecteur d'état pour moins de 20 qubits et au-dessus, passe par un optimisateur de calcul matriciel (MPS) et passe avec succès des tests de QFT avec des centaines de qubits. Le papier est une moins bonne nouvelle pour myQLM d'Eviden, mais le benchmark donnerait de meilleurs résultats sur leur machine dédiée, maintenant dénommée Qaptiva.

Levée de fonds de Quantinuum

Quantinuum lève **\$300M** qui s'ajoutent aux \$350M du départ. Mais c'est une levée de fonds particulière puisqu'elle vient en partie de la maison mère de Quantinuum, Honeywell, à qui se sont ajoutés des investisseurs comme JPMorgan Chase. Le tout avec une valorisation post-money de **\$5B**, ce qui doit être un record dans les startups du quantique. Ce qui n'est pas très étonnant. Quantinuum a une roadmap un peu plus solide que celle de son concurrent direct IonQ.

Guerlain et sa crème quantique

La **crème de rajeunissement quantique** de Guerlain a bien fait jaser fin décembre et en janvier. Elle a généré une réaction en chaîne de la communauté scientifique, avec notamment Etienne Klein et Julien Bobroff. L'affaire a été déclenchée par une **vidéo Youtube** d'investigation du youtuber GMilgram. Guerlain a ensuite **réagi** en s'emmêlant les pieds dans le tapis, mettant en avant des avancées scientifiques prouvées. Le tout reposant sur des "Ultra Weak Photons" émis par la peau, dans la lignée des biophotons, qui sont décrits depuis longtemps dans **Understanding Quantum Technologies**. Il s'agit de très faibles rayonnements allant de l'UV au proche infrarouge en passant par le visible qui sont émis par le métabolisme vivant. En guise de quantique, Guerlain propose juste une crème dont la mesure de l'efficacité en laboratoire utilise ces "biophotons" qui sont détectés par des caméras CCD pour évaluer l'évolution de l'oxydation. C'est expliqué ici par des chercheurs Chinois qui relient cela à leur médecine traditionnelle : **The application and trend of ultra-weak photon emission in biology and medicine** by Jinxin Du et al, China, *Frontiers in Chemistry*, February 2023 (11 pages). Guerlain a travaillé là-dessus avec Palacký University Olomouc, en Moravie, en Tchéquie. Libération a publié un **article** détaillant l'affaire. GMilgram a publié une **réponse** à la réponse de Guerlain.

Depuis, il semble que Guerlain ait fait marche arrière et ait retiré les mentions du quantique dans sa promotion. Il s'agit d'une crème de rajeunissement vendue très cher. La jeunesse éternelle n'a pas de prix !

Mais au moins, creuser les sciences et technologies quantique, cela vous rajeunit le cerveau encore mieux que le Sudoku !

A la prochaine !

Cet article a été publié le 7 février 2024 et édité en PDF le 15 mars 2024.
(cc) Olivier Ezratty – “Opinions Libres” – <https://www.oezratty.net>