



Opinions Libres

le blog d'Olivier Ezratty

Actualités quantiques de juin 2024

Nous voici dans le 60^e épisode de Quantum, le podcast de l'actualité quantique francophone. Je suis toujours avec **Fanny Bouton** d'OVHcloud pour comme d'habitude commenter l'actualité événementielle, entrepreneuriale et scientifique du quantique (ou de la quantique, si vous préférez) du mois passé.

Événements

Les **replays vidéo** de France Quantum 2024 du 21 mai sont disponibles.

Le séminaire **Teratec TQCI sur le Benchmarking** avait lieu à Reims les 4 et 5 juin avec de nombreuses présentations françaises et étrangères (Allemagne, Japon, Espagne, Pays-Bas, Finlande, Émirats Arabes Unis, UK, Australie, UE, OTAN, USA, ...). Voici les **slides**.

La **conférence Q-Expo** les 11 et 12 juin d'Amsterdam organisée par le consortium QuiC était un succès avec plus de 300 participants. Avec une journée d'exposition suivie d'une journée de conférence, un bon moyen pour que tous les participants soient assidus. J'y ai fait le keynote de la journée de conférences sur les enjeux du calcul quantique (**slides**). J'ai noté l'intervention en duo de Cécile Perrault d'Alice&Bob et Joseph Mikael d'EDF. J'y ai rencontré Philippe Bouyer, qui est maintenant chairman de Quantum Delta et m'en a raconté les dessous, et des représentants de l'OCDE, de Quantum Brilliance, Toptica, du CERN, d'Equal1, de Bosch, QuiC, de Fujitsu.



Forum HQI au siège du CNRS le 13 juin était l'occasion de faire le point sur ce programme lancé début 2022 et qui est piloté conjointement par le CEA DAM et par GENCI. La journée comprenait des présentations de tous ses acteurs, notamment académiques (comme Frédéric Magniez de l'IRIF, Sébastien Bardin du CEA-LIST, Florent Staley du CEA, Christophe Vuillot d'Inria) mais aussi d'Eviden (Cyrille Allouche) et aussi Sabine Mehr du GENCI. La première machine de Pasqal a été livrée ce même mois au TGCC du CEA à Bruyère le Chatel. Les choses sérieuses vont pouvoir commencer.

AI Days à Brest le 19 juin, une conférence dédiée à l'IA dans laquelle je suis intervenu sur le lien entre l'IA et l'informatique quantique ([slides](#)). C'était une sorte de condensé mis à jour des mes interventions à la Journée Nationale Quantique de mars et à France Quantum en mai de cette année.

L'École des Mines organisait le 26 juin une conférence sur les deeptechs avec un panel dédié aux technologies quantiques. J'y intervenais en compagnie de Cécile Perrault (Alice&Bob), Aurélie Coursimault (Pasqal), Olivier Tonneau (Quantonation) et Eleni Diamanti (Welinq).

Quantum Korea 2024 comprenait des conférences et un salon, à Séoul. Y étaient notamment représentés Pasqal et Quandela à la fois dans la partie exposition et la partie conférences.

Lindau les 1 et 2 juillet en Allemagne. On se prépare pour notre bain de prix Nobel puisque cet événement en regroupe 37 ! Nous y enregistrerons aussi deux épisodes des entretiens Decode Quantum, l'un avec quatre jeunes scientifiques et l'autre avec un lauréat du prix Nobel de physique, Bill Phillips (1997). Voici le **programme** et **mon panel** avec ce dernier et aussi Serge Haroche. C'est organisé dans une presque-Ile du lac de Constance au sud de l'Allemagne tout près de la Suisse et de l'Autriche. En plus de 37 lauréats du prix Nobel de physique et de chimie, 635 jeunes scientifiques sont invités à y participer, et pour certains d'entre eux, à y intervenir.

Q2B Tokyo 24 et 25 juillet (**programme**) avec notamment les interventions de Jay Gambetta (IBM), Michael Biercuk de Q-CTRL, Jean-Charles Cabelguen de Pasqal, Pierre Desjardins de C12, Shannon Whitlock de QPerfect et François Le Gall de Nagoya University qui est français comme son nom l'indique et est spécialisé en informatique quantique côté algorithmie et théorie de la complexité.

France

C12 lève 18M€

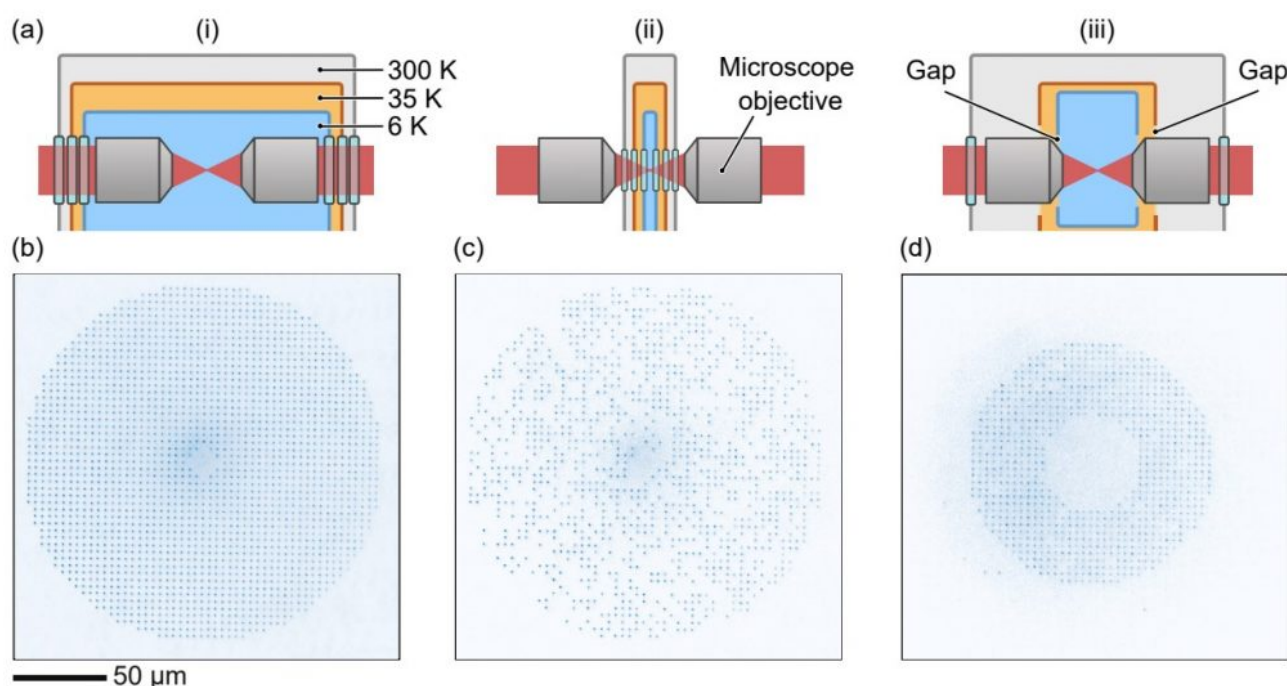
Ça y est. Bravo ! Les investisseurs sont Varsity Capital, l'EIC et Verve Ventures, en plus des investisseurs du précédent tour à 10M€ : 360 Capital, Bpifrance Digital Venture et BNP Paribas Développement.

Partenariat entre Pasqal et IBM

Cette annonce du 6 juin peut laisser libre cours à de nombreuses interprétations mal placées. Il s'agit d'un partenariat de nature scientifique pour commencer, notamment pour étudier la manière dont des charges de calcul seraient réparties sur des QPU « gate base » à la IBM, analogiques à la Pasqal et sur des HPC classiques. Ils ne prévoient pas (encore) d'adopter Qiskit. Ils prévoient notamment de creuser cela dans le cadre de cas d'usage dans la simulation de matériaux.

Record chez Pasqal

Ils arrivent à réaliser un contrôle précis du positionnement de 828 atomes dans plus de 2000 sites avec de nouveaux tweezers à base de deux lasers de fréquences voisines. Voir la communication de Pasqal ainsi que le pré-print scientifique : **Rearrangement of single atoms in a 2000-site optical tweezers array at cryogenic temperatures** by Grégoire Pichard, Adrien Signoles, Antoine Browaeys, Thierry Lahaye, Davide Dreon et al, arXiv, May 2024 (6 pages).



Partenariat entre QuEra et Qperfect

QuEra va utiliser l'outil de simulation MIMIQ de Qperfect (basé à Strasbourg) pour la mise au point de ses codes de correction d'erreur. L'annonce valorise cette startup française encore jeune dont l'émulateur quantique est très performant, à base de réseaux de tenseurs.

Quandela inaugure une ligne de fabrication

Il s'agit en fait de l'extension de la ligne pilote de l'IPVF à Palaiseau avec l'achat de machines de production en propre par Quandela. Au début, ils vont produire 2000 circuits par an contenant leurs quantum dots.

Une humoriste du quantique, enfin !

Célia Pelluet, Docteure en physique quantique est aussi humoriste. Elle était en **déplacement** aux Pays-Bas pour un #standup le 19 juin au @Panama Amsterdam pour faire rire avec des blagues scientifiques et sur son quotidien de chercheuse. Il faudrait peut-être l'inviter dans un Decode Quantum que l'on rebaptiserait pour l'occasion « Déconne Quantum » ? !

International

Quantinuum bat un nouveau record

Quantinuum (USA) est passé de 32 à 56 qubits avec son QPU H2 et obtenait en juin une fidélité record de 99,84% pour des portes à deux qubits. C'est la première fois qu'un QPU à base d'ions piégés dépasse les 50 qubits. C'est très encourageant, même si l'architecture de la puce est celle du racetrack de 2023, qui ne scale pas forcément bien par rapport à des architectures véritablement 2D, qui sont dans leurs roadmaps et celles d'autres acteurs tels que Universal Quantum, Oxford Ionics et AQT. Ils ont aussi créé un état GHZ (intriqué) à quatre qubits logiques avec une fidélité de 99,5%, après post-sélection de 98% des résultats, un résultat visiblement meilleur que celui de Mikhael Lukin de Harvard en décembre 2023 avec ses atomes froids. Ils encodaient 4 qubits logiques sur 25 qubits physiques avec des variantes du surface code.

Voir **The computational power of random quantum circuits in arbitrary geometries** by Matthew DeCross, Marco Pistoia, et al, arXiv, June 2024 (36 pages) et **Entangling four logical qubits beyond break-even in a nonlocal code** by Yifan Hong, Elijah Durso-Sabina, David Hayes, and Andrew Lucas, arXiv, June 2024 (6 pages).

AQT teste l'approche 2D

L'Autrichien AQT testait une puce 2D QCCD avec leur processus Quantum Spring Array (QSA), avec l'aide d'Infineon. Ils utilisent un processing d'ions shuttling un peu particulier où les ions se déplacent en bloc de 6 dans les deux directions. Voir **Demonstration of two-dimensional connectivity for a scalable error-corrected ion-trap quantum processor architecture** by Marco Valentini, Martin Rainer Blatt, Markus Müller, Thomas Monz, Philipp Schindler et al, arXiv, June 2024 (23 pages).

Oxford Ionics

La startup UK a annoncé à la conférence DAMOP 2024 la réalisation de porte à deux qubits sur des ions piégés avec une fidélité de 99.97%. Sans préciser le nombre de qubits.

Duke Université et l'interconnexion longue distance d'ions

Entanglement fidelity of 97% and show that fidelities beyond 99.9% are feasible for remote entanglement between ions. Voir **High-fidelity remote entanglement of trapped atoms mediated by time-bin photons** by Sagnik Saha, Mikhail Shalaev, Jameson O'Reilly, Isabella Goetting, George Toh, Ashish Kalakuntla, Yichao Yu, and Christopher Monroe, Duke University, arXiv, June 2024 (10 pages).

Q-CTRL

La startup Australienne publiait un résultat de mitigation d'erreurs permettant de multiplier par 4 la taille d'un problème d'optimisation pouvant être résolu avec précision sur un QPU d'IBM de 127 qubits par rapport à ce que pourrait faire un Quantum Annealer de D-Wave. Le QPU d'IBM aurait jusqu'à 1 500 fois plus de chances de générer un résultat correct qu'un annealer, et plus de 9 fois plus de chances d'atteindre le résultat correct que les travaux publiés précédemment utilisant des ions piégés.

C'est à prendre avec des pincettes ! On aurait apprécié qu'ils fassent un Q-Score vu qu'ils ont utilisé un problème formulé sous la forme d'un MaxCut. Et de toutes manières, les solvers classiques comme QPLEX d'IBM donnent de meilleurs résultats ! Toutes ces comparaisons ne sont jamais génériques. Elles prennent des cas spécifiques. Et un papier de D-Wave vient de les contredire qui a lui même déjà été contesté par Q-CTRL. La bataille comprendra plusieurs épisodes !

Quantum optimization using a 127-qubit gate-model IBM quantum computer can outperform quantum annealers for nontrivial binary optimization problems by Natasha Sachdeva, Gavin S. Harnett, Smarak Maity, Samuel Marsh, Yulun Wang, Adam Winick, Ryan Dougherty, Daniel Canuto, You Quan Chong, Michael Hush, Pranav S. Mundada, Christopher D. B. Bentley, Michael J. Biercuk, and Yuval Baum, arXiv, June 2024 (18 pages).

A comment on comparing optimization on D-Wave and IBM quantum processors by Catherine C. McGeoch, Kevin Chern, Pau Farré, and Andrew K. King, D-Wave, arXiv, June 2024 (5 pages).

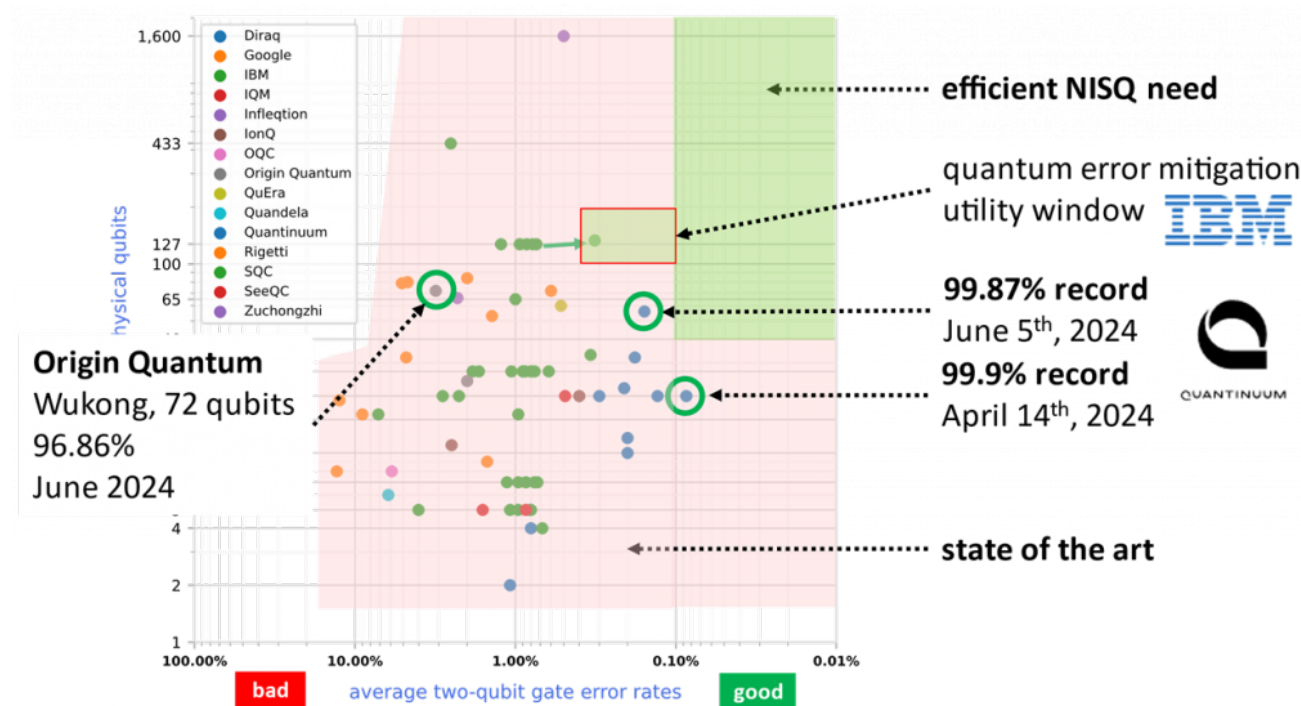
Origin Quantum

En janvier 2024, la startup chinoise avait annoncé la mise en ligne de leur processeur Wukong à 72 qubits, utilisant 126 coupleurs accordables (tunable couplers, une technique équivalente à celle de Google depuis 2019 et IBM depuis son processeur Héron lancé en décembre 2023). Il aura fallu attendre mai et juin 2024 pour en connaître leurs figures de mérite. Un T_1 de 14.51 μ s, T_2 de 1.84 μ s, portes à un qubit à 99.65% et porte CZ à deux qubits à 96.86%. C'est tout bonnement médiocre et même pas au niveau de Google Sycamore de 2019.

Enabling Large-Scale and High-Precision Fluid Simulations on Near-Term Quantum Computers by Zhao-Yun Chen, Guo-Ping Guo et al, Origin Quantum, arXiv, June 2024 (31 pages).

Demonstrating a universal logical gate set on a superconducting quantum processor by Jiaxuan Zhang, Guo-Ping Guo et al, Origin Quantum, CAS et al, arXiv, May 2024 (15 pages).

Voici une mise à jour de mon chart des fidélités qui montre que les Chinois ont encore du grain à moudre.



Intel Pando Tree

En juin, Intel présentait Pando Tree, une solution de multiplexage des signaux de contrôle de qubits entre les étages 4K et 10-20 mK d'un cryostat, pour qubits supraconducteurs ou de spin silicium et équivalents. C'est une puce cryo-CMOS fonctionnant à la même température de 10 à 20 mK que leur puce de qubits expérimentale Tunnel Falls, introduite en 2023. Les deux puces sont intégrées sur le même circuit imprimé (PCB). Pando Tree démultiplexe les signaux de contrôle provenant de l'étage 4K, qui contient la puce Horse Ridge II, apparemment capable de supporter le multiplexage des signaux de contrôle. Cependant, il nécessite encore une certaine connectivité des signaux avec la puce Tunnel Falls. Utilisant actuellement une seule ligne de signal et neuf signaux de contrôle numérique d'adressage, il délivre à la fois des tensions continues (DC) et des impulsions micro-ondes à jusqu'à 64 terminaux de qubits. Le système est bien évolutif puisque le multiplexage de N lignes ne nécessite que $\log(N)$ lignes de signal, avec seulement 20 câbles nécessaires pour contrôler un million de qubits. Il faudra aussi s'assurer que la puce Pando Tree ne réchauffe pas la puce Tunnel Falls. Cela pourrait gêner les fragiles qubits qui sont dans cette dernière.

Intel's Millikelvin Quantum Research Control Chip Provides Denser Integration with Qubits, Intel, June 2024.

Intel's Millikelvin Quantum Research Control Chip, code-named Pando Tree

4 Kelvin

Millikelvin

Horse Ridge II Control Chip

Pando Tree Millikelvin Control Chip

Tunnel Falls Spin Qubit Chip

Tunnel Falls

Pando Tree

- Addresses wiring bottleneck between the 4 Kelvin control chip and the spin qubit chip
- First Intel CMOS circuits operating at millikelvin
- Paves the way to scaling with tighter control/qubit integration

Qblox lève 28M€

Cette **annonce** est intéressante pour une startup de technologie habilitante même si cela ne revient pas au montant total de \$100M levé par son concurrent israélien Quantum Machines.

La suite... après les congés d'été ! Comme cela, je vais pouvoir me consacrer à la mise à jour du livre Understanding Quantum Technologies pour l'édition 2024 à paraître comme chaque année fin septembre.

Cet article a été publié le 1 juillet 2024 et édité en PDF le 1 juillet 2024.
(cc) Olivier Ezratty – “Opinions Libres” – <https://www.oezratty.net>