



Opinions Libres

le blog d'Olivier Ezratty

Actualités quantiques de septembre 2022

Voici le 41^e épisode de Quantum, le podcast de l'actualité des technologies quantiques en France et dans le monde. Au menu : des événements, de la science, l'actualité des startups, un point sur la hype quantique et enfin sur les dessous du livre "Understanding Quantum Technologies" bouquin qui vient de paraître dans sa 5^e édition. Toujours avec **Fanny Bouton** et votre serviteur.

Événements

- **Un événement sur le quantique organisé par l'association IA Pau**, le 22 septembre 2022, sur le campus de CY TECH. "Le Calcul Quantique, quelles applications pour les entreprises et la Société ?" était une matinée commençant par une présentation d'Olivier Hess d'Atos suivie d'un panel avec Sabine Mehr du GENCI/HQI, Robert Marino de Qubit Pharmaceuticals et Fanny qui représentait OVHcloud. Il y avait surtout des étudiants.



- **AI for Finance** avait lieu au Palais Brongniard à Paris le 20 septembre. Une session dédiée au quantique comprenait une intervention de Michel Kurek de Multiverse Computing sur les cas d'usage dans la finance.
- **Keysight** organisait deux workshops à Grenoble et Paris les 12 et 13 septembre, sur l'électronique de contrôle des qubits. J'y intervenais pour décrire les enjeux de l'électronique de contrôle dans la scalabilité des ordinateurs quantiques. Y intervenaient également Robert Whitney (CNRS LPMCM, à Grenoble),

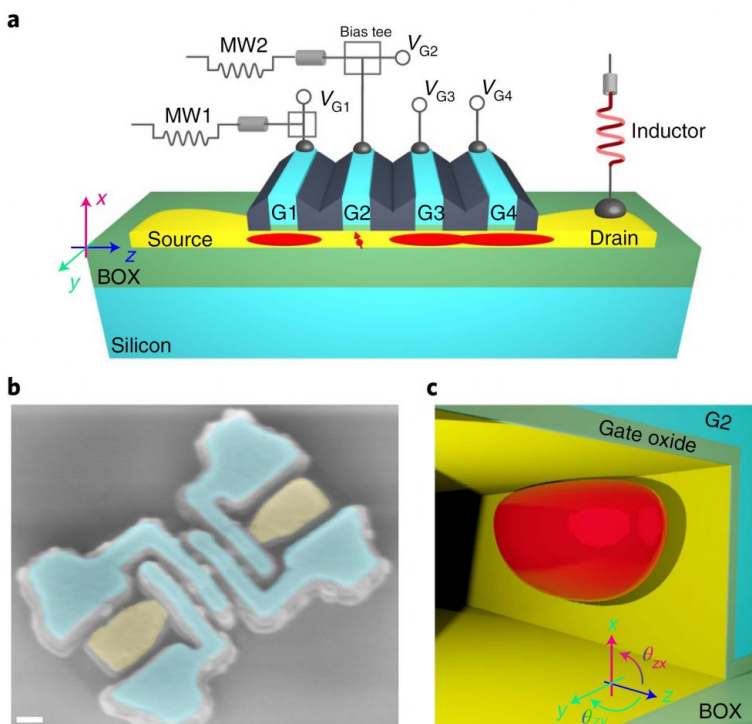
Laurent Petit et Jacques Martinet (Radiall) et Luca Planat (Silent Waves) en plus des intervenants de Keysight qui présentaient QCS, leur nouvelle solution de contrôle de qubits.

Dans les événements à venir...

- Il y a surtout la semaine quantique à Grenoble qui enchaîne le **Hackathon** organisé par **QuantX** avec une trentaine de participants regroupés en 5 équipes, la **journée quantique Minalogic** ([lien](#)) et les deux journées de conférence de la fédération **QuantAlps** ([lien](#)) du 2 au 6 octobre.
- **BIG de Bpifrance** a lieu à l'Accor Arena Paris jeudi 6 octobre et j'y anime un panel comme presque chaque année depuis 2018, cette fois-ci, sur les technologies habilitantes et avec Silent Waves, WeLinQ, Radiall et Neil Abroug du SGPI. Un peu dans la lignée du panel équivalent de l'événement France Quantum de juin 2022.

Science

Les équipes de Grenoble au CEA-Leti, CEA IRIG et CNRS améliorent la qualité des qubits de spin dans le silicium. Avec des spins de trous ! Voir **A single hole spin with enhanced coherence in natural silicon** par Nicolas Piot, Boris Brun, Vivien Schmitt, Maud Vinet, Matias Urdampilleta, Tristan Meunier, Yann-Michel Niquet, Silvano De Franceschi et al, dans Nature, Septembre 2022 (15 pages).



C'est la bataille des benchmarks d'avantage quantique. Un papier explique pouvoir obtenir un avantage quantique exponentiel sur du NISQ avec un algorithme d'analyse topologique de données spécifique. Alors, le NISQ permet d'obtenir un avantage quantique ? Bien ça dépend. Le seuil technique pour obtenir cet avantage quantique est de 96 qubits physiques avec une fidélité de 99,99% pour les portes à deux qubits. Ils allaient un peu vite en extrapolant leur test réalisé sur un système H1 de Quantinuum avec 12 qubits qui a bien cette fidélité. Mais qui n'est pas prêt de scaler à 96 qubits. Vu dans **Exponential advantage on noisy quantum computers** by Ismail Yunus Akhalwaya et al, Septembre 2022 (32 pages) qui est aussi évoqué dans **Quantifying Quantum Advantage in Topological Data Analysis** par Dominic W. Berry, Ryan Babush et al, Septembre 2022 (41 pages).

Towards Quantum Advantage on Noisy Quantum Computers

Ismail Yunus Akhalwaya^{1,5*} Shashanka Ubaru^{2,4*} Kenneth L. Clarkson³
 Mark S. Squillante² Vishnu Jejjala⁶ Yang-Hui He⁷ Kugendran Naidoo⁶
 Vasileios Kalantzis² Lior Horesh²

1. IBM Research, South Africa, Johannesburg, South Africa

2. IBM Research, T.J. Watson Research Center, Yorktown Heights, NY, USA

3. IBM Research, Almaden, San Jose, CA, USA

4. Oden Institute for Computational Engineering, and Sciences, University of Texas, Austin, TX, USA

5. School of Computer Science and Applied Mathematics, University of the Witwatersrand, Johannesburg, South Africa

6. Mandelstam Institute for Theoretical Physics, NITheCS, CoE-MaSS, and School of Physics, University of the Witwatersrand, Johannesburg, South Africa

7. London Institute for Mathematical Sciences, Royal Institution, UK

* These authors contributed equally to this work. Corresponding authors.

Topological data analysis (TDA) for extracting complex and valuable shape-related summaries of high-dimensional data. NISQ-TDA, the first fully implemented end-to-end quantum machine learning algorithm needing only a linear circuit-depth, that is applicable to non-handcrafted high-dimensional classical data, with potential speedup under **stringent conditions**.

a large classical machine with 2 GPUs). The surface plot extrapolations provide the minimum noise-level requirements for NISQ-TDA to successfully run on future larger NISQ devices. The exciting prediction is that a 96-qubit quantum computer with a two-qubit gate and measurement fidelity of $\sim 99.99\%$ suffices to achieve quantum advantage on the Betti number estimation problem.

Une équipe du LKB créé un “cluster state” de 21 photons grâce à du multiplexage temporel et en fréquence. Cela étend le champ du possible dans le calcul quantique à base de photons. Voir **Spectrally shaped and pulse-by-pulse multiplexed multimode squeezed states of light** par Tiphaine Kouadou, Nicolas Treps, Valentina Parigi et al, Arxiv, Septembre 2022.

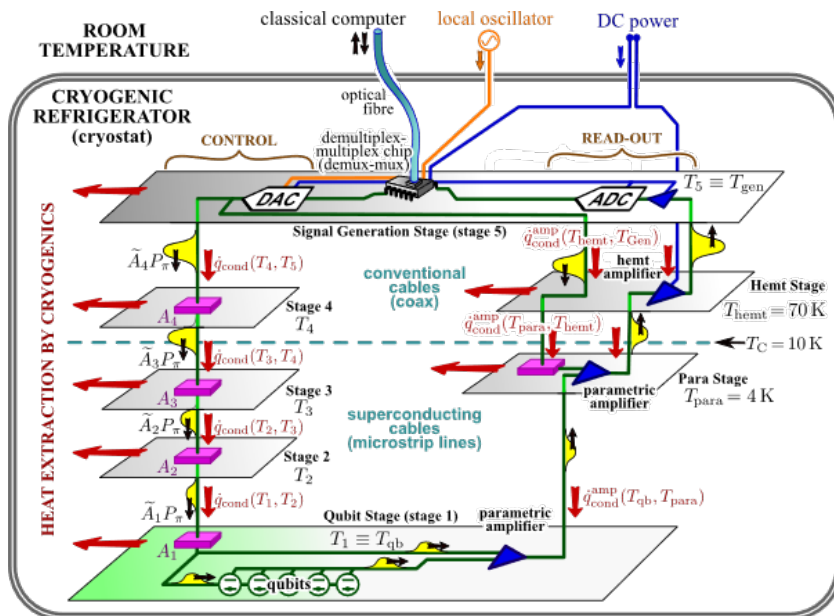
#QEI

the quantum energy initiative

Un papier décrit une approche d’optimisation des ressources d’un ordinateur quantique avec l’exemple des qubits supraconducteurs. Il s’intègre dans le cadre de la **Quantum Energy Initiative** lancée en août 2022 par Alexia Auffèves, Robert Whitney et ... Olivier Ezratty, qui vise à créer une approche systémique mondiale associant chercheurs et entreprises pour s’assurer de la sobriété énergétique des technologies quantiques. Voir **Optimizing resource efficiencies for scalable full-stack quantum computers** par Marco Fellous-Asiani, Jing Hao Chai, Yvain Thonnart, Hui Khoon Ng, Robert S. Whitney et Alexia Auffèves, ArXiv, Septembre 2022 (39 pages).

Le papier fait ressortir plusieurs points clés :

- L’électronique de contrôle des qubits supraconducteurs et de spins silicium idéale fonctionne soit à température ambiante, soit à basse température, mais dans ce cas, devrait idéalement être elle-même supraconductrice (la technologie SFQ).
- Dans le premier cas, la scalabilité dépendra de solutions de multiplexage des signaux microondes.
- Le choix des codes de correction d’erreur impacte la consommation énergétique tout comme son coût informatique traditionnel.
- La fidélité des qubits également. Si elle augmente d’un facteur 10, cela baisse la consommation d’énergie d’un facteur 100.
- Un avantage énergétique quantique pourrait apparaître bien avant un avantage quantique computationnel et dans le régime NISQ (ordinateurs quantiques bruits).



L'originalité du papier est de décrire les interdépendances entre figures de mérite des ordinateurs quantiques scalable. Il applique une méthodologie d'analyse baptisée MNR (metric-noise-resources).

Startups

Pasqal annonce avoir atteint 324 qubits en mode simulation quantique. C'est le record mondial en date, sachant qu'ils avaient déjà annoncé une expérience à 500 qubits en décembre 2021 lors de la Q2B. Pour ce faire, ils ont fait usage d'un cryostat 4K qui refroidit la pompe à ultra-vide qui prépare le vide dans la chambre où sont logés les atomes froids. Ils étaient aussi sélectionnés dans le trophée des futures licornes. Voir **In-situ equalization of single-atom loading in large-scale optical tweezers arrays** par Kai-Niklas Schymik, Antoine Browaeys, Thierry Lahaye et al, PRA, Juillet 2022 (5 pages). A noter un **podcast** de Frenchweb avec Claire Le Hénaff de Pasqal qui gère leurs opérations du cloud.

IQM s'associe à QphoX pour développer une interface optique de connexion entre ordinateurs quantiques. Le Hollandais QphoX est financé par Quantonation. C'est bien vu de la part d'IQM mais la technologie de QphoX développée par Simon Grohbach demande encore beaucoup de travail. Elle exploite des transducteurs opto-mécaniques convertissant des microondes issues de qubits supraconducteurs en photons (via des paires de photons intriqués).

EeroQ lève \$7.25M. La startup américaine crée des puces "à hélium". En fait, il s'agit de spins d'électrons qui sont sustenté au-dessus d'hélium superfluide. C'est censé être scalable. On demande à voir. Cette levée intervient tardivement après la création de la startup qui date de 2015.

Ecosystème

La bataille de la « hype quantique » continue dans les médias avec une bardée d'articles sur le pour et le contre. Le dernier en date vient de **James Clarke**, le patron du quantique chez Intel. Il met en perspective les défis technologiques à surmonter pour créer des ordinateurs quantiques scalables et sur lesquels Intel travaille dans les qubits silicium (contrôle électronique des qubits, câblage, interconnexion entre processeurs, rapidité de la correction d'erreurs). Voir **Disentangling the Facts From the Hype of Quantum Computing** par James S. Clarke, Intel, IEEE Spectrum, Septembre 2022.

Et puis celui de **Simon Benjamin** de Quantum Motion qui est en fait une réponse à un article précédent de **Nikita Gourianov** qui était exagéré dans la critique. Voir **Separating quantum hype from quantum reality – Are the sceptics too sceptical?** par Simon Benjamin, Financial Times, Septembre 2022, et **The quantum**

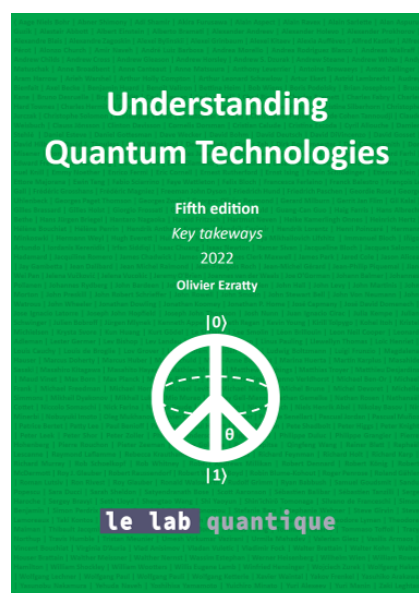
computing bubble by by Nikita Gourianov, Financial Times, Août 2022 qui est décrit dans **Oxford scientist says greedy physicists have overhyped quantum computing** by Tristan Greene, TheNextWeb, Août 2022.

Publications

Understanding Quantum Technologies 2022 est enfin sorti. C'est le livre des records avec 1128 pages. Mazette. Il a nécessité 7 mois de travail, à temps partiel bien rempli. Un grand merci aux plus de 20 relecteurs dont l'infatigable Michel Kurek, Maud Vinet, Léa Bresque, Christophe Chareton, ainsi que les équipes de Pasqal, Alice&Bob, Atos, Muquans. Et puis une préface actualisée de Christophe Jurczak de Quantonation.

Quand sera-t-il disponible sur Amazon ? J'attends que cela décante un peu avec quelques corrections des premiers relecteurs puis courant octobre, je publierai l'ouvrage sur arXiv et le mettrai en vente au format papier sur Amazon. Le prix va un peu augmenter en proportion de l'augmentation du nombre de pages.

Sinon, j'ai concocté une version courte du livre qui tient tout compris en 24 pages. C'est une compilation illustrée des "key takeaways" qui sont à la fin de chaque partie. Et surtout, une invitation au voyage ! Vous pouvez la télécharger en cliquant sur l'image ci-dessous.



L'aventure du quantique continue...

Cet article a été publié le 2 octobre 2022 et édité en PDF le 2 octobre 2022.
(cc) Olivier Ezratty – “Opinions Libres” – <https://www.oezratty.net>